MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR

“CULTIVO Y ENGORDA DE MOLUSCOS BIVALVOS DE INTERÉS COMERCIAL EN EL ESTERO SAN VICENTE, MUNICIPIO DE COMONDÚ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.”



DICIEMBRE DE 2024

ÍNDICE

ÍNDICE i
ÍNDICE DE TABLAS iii
ÍNDICE DE FIGURAS v
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1. Proyecto 4
I.1.1. Nombre del Proyecto 4
I.1.2. Ubicación del Proyecto (calle, numero o identificación postal de domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación 4
I.1.3. Superficie total del predio y del proyecto 4
I.1.4. Duración del proyecto 4
I.2. Promovente 4
I.2.1. Nombre o Razón Social 4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 4
I.2.4. Registro Federal de Contribuyentes del representante legal 4
I.2.5. Clave única de Registro de Población del representante legal 4
I.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 5
I.3. Responsable del estudio de impacto ambiental 5
I.3.1. Nombre o razón social 5
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes 5
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio, Registro Federal de Contribuyentes, Clave única de Registro de Población, profesión, Numero de Cedula Profesional 5
I.3.4. Dirección del responsable del estudio 5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
II.1. Información general del proyecto 7
II.1.1. Naturaleza del proyecto 7
II.1.2. Ubicación física del proyecto y planos de localización 11
II.2. Inversión requerida 22
II.3. Calendario de trabajo 22
II.4. Características particulares del proyecto 22
II.4.1. Información biotecnológica de las especies a cultivar 22
II.4.2. Descripción de obras principales del proyecto 53
II.4.3. Descripción de las obras asociadas al proyecto 96
II.4.4. Descripción de las obras provisionales al proyecto 96
II.5. Programa de trabajo 97

II.5.1. Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto 98
II.5.2. Preparación del sitio 98
II.5.3. Construcción e instalación. 98
II.5.4. Etapa de abandono del sitio 101
II.5.5. Residuos 101
II.5.6. Generación de gases de efecto invernadero 101
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....102
III.1. Información sectorial.....102
III.2. Análisis de los instrumentos jurídico-normativos 109
III.3. Usos actuales del suelo en el sitio del proyecto 117
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 130
IV.1. Delimitación del área de estudio.....130
IV.1.1. Presentación del Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto 146
IV.2. Aspectos abióticos.....148
IV.2.1. Clima.....148
IV.2.2. Geología y geomorfología 156
IV.2.3. Hidrología superficial y subterránea.....169
IV.3. Aspectos bióticos.....194
IV.3.1. Flora.....194
IV.3.2. Fauna.....206
IV.4. Medio socioeconómico 216
IV.4.1. Diagnóstico ambiental 228
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....243
V.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales.....243
V.1.1. Indicadores de impacto.....243
V.2. Resultados.....247
V.2.1. Identificación de impactos 247
V.2.2. Descripción de impactos 250
V.2.3. Evaluación de impactos.....259
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 261
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental 261

VI.2. Impactos residuales 263
VI.3. Programas 264
VI.3.1. VI.3.1 Programa de mantenimiento para vehículos 264
VI.3.2. VI.3.2 Programa de monitoreo de la calidad del agua. 264
VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas 265
VII.1. Pronóstico del escenario 265
VII.2. Programa de vigilancia ambiental 265
VII.3. Conclusiones 271
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 273
VIII.1. Formatos de presentación 273
VIII.1.1. Planos de localización 273
VIII.1.2. Fotografías 273
VIII.1.3. Videos 273
VIII.1.4. Otros anexos 273
VIII.2. Glosario de términos 273
VIII.3. Literatura consultada 278
Responsiva ante la autoridad ambiental 287

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de construcción del polígono total para la siembra de bivalvos: 15
Tabla 2. Cronograma de trabajo. 22
Tabla 3. Clasificación de la almeja generosa. 32
Tabla 4. Resumen de los parámetros biofísicos para el cultivo de almeja generosa. 37
Tabla 5. Características más relevantes de cada sistema de cultivo. 67
Tabla 6. Variantes en los sistemas de cultivo de ostión en el estado de Baja California Sur. 67
Tabla 7. Duración de cada fase de cultivo y duración total del ciclo.* 78
Tabla 8. Calendarización de siembras. 78
Tabla 9. Límites mínimos de salinidad recomendados para la depuración 88
Tabla 10. Límites de temperatura recomendados para la depuración. 88
Tabla 11. Grado de compatibilidad del proyecto con las políticas y estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de Baja California Sur. 107
Tabla 12. Normas oficiales Mexicanas vinculadas con el proyecto (P = Preparación del sitio, C = Construcción, OM = Operación y mantenimiento). 114
Tabla 13. Normas y documentos emitidos por diferentes Secretarías 115
Tabla 14. Zonificación Archipiélago Bahía Magdalena (Superficies) 118
Tabla 15. Estaciones climáticas presentes en la AP 149

Tabla 16. Porcentaje de tipos de clima presentes en el sistema ambiental del proyecto. 150
Tabla 17. Ciclones tropicales que han tenido influencia en el área de estudio del proyecto. 155
Tabla 18. Tipos y porcentaje de topoformas presentes en el sistema ambiental. 162
Tabla 19. Porcentajes y superficies de los tipos de formaciones geológicas presentes en el SA. 164
Tabla 20. Clases de suelo presentes en la cuenca del sistema ambiental del proyecto. 169
Tabla 21. Resultados de las mediciones de calidad de agua en Bahía Magdalena, B.C.S. 193
Tabla 22. Uso del suelo y tipo e asociaciones presentes en el sistema ambiental. 196
Tabla 23. Especies dominantes 196
Tabla 24. Especies de interés. 197
Tabla 25. Composición por grupos del fitoplancton recolectado en 13 estaciones el 23 de abril. Se incluye la cantidad de taxones con potencial nocivo. 201
Tabla 26. Especies con potencial nocivo. La columna encabezada T-O indica su estatus según el análisis de Tukey-Olmstead. 206
Tabla 27. Población Total en el área de influencia. 217
Tabla 28. Población por localidad en el municipio de Comondú 1990-2015 217
Tabla 29. Disponibilidad de bienes o servicios en las viviendas1/ del municipio de Comondú, 2010 y 2015 218
Tabla 30. Indicadores socioeconómicos del municipio de Comondú, 2010 y 2015. 219
Tabla 31. Infraestructura de Servicios de Salud en el Municipio de Comondú, 2015 220
Tabla 32. Componentes identificados en el sistema ambiental “Bahía Magdalena”. 239
Tabla 33. Factores y componentes relevantes e importantes del sistema Bahía Magdalena. De los 14 factores y 33 componentes analizados, 20 de los componentes se calificaron como relevantes y 13 importantes. 240
Tabla 34. Valoración cualitativa de los componentes ambientales. 244
Tabla 35. Criterios de clasificación de impactos. 244
Tabla 36. Criterios de evaluación de impactos (valoración cuantitativa). 246
Tabla 37. Rangos de valor de importancia. 247
Tabla 38. Listado de acciones y actividades del Proyecto. 247
Tabla 39. Listado de componentes e indicadores de impacto ambiental. 248
Tabla 40. Matriz de interacciones de Leopold. 249
Tabla 41. Matriz cribada, descripción de impactos ambientales. 258
Tabla 42. Evaluación numérica de los impactos ambientales en las etapas de preparación, operación y abandono del Proyecto. 260
Tabla 43. Impactos residuales. 263
Tabla 44. Descripción de los componentes ambientales utilizados en la evaluación de impacto ambiental en los escenarios con Proyecto y medidas de mitigación. 266

Tabla 45. Programas de vigilancia ambiental. 268

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Amejas, en azul se señalan los polígonos del proyecto. 12
Figura 2. Ubicación geopolítica del área de cultivo de bivalvos. 13
Figura 3. Localización geográfica del área propuesta para el cultivo. 14
Figura 4. Callo de hacha, Atrina maura, y Figura 2. Callo de hacha maduros de Bahía de Kino y del Canal del Infiernillo, Sonora. A) gónada de un macho, coloración blanco amarillento y B) gónada de una hembra, coloración anaranjada. 24
Figura 5. Esquema de la morfología interna de un callo de hacha, con la descripción de sus órganos y músculos que lo componen (tomado de Coronel, 1981). 25
Figura 6. Distribución de las cuatro especies de hacha en el Pacífico. 27
Figura 7. Distribución de N. subnodosus (Keen, 1971) y ubicación de los cultivos piloto-experimentales CIBNOR-Productores (Mazón-Suástegui et al., 2003). 28
Figura 8. (A) Anatomía general de los pectínidos (Beninger y Le Pennec, 1991); (B) Anatomía de Nodipecten subnodosus. 29
Figura 9. Ciclo de vida de Nodipecten subnodosus, según Morales-Hernández y Cáceres (1996). 30
Figura 10. Etapas de desarrollo embrionario y larvario inicial en Nodipecten Subnodosus. A) Ovocitos B) Formación del primer cuerpo polar C) Primera escisión D) Segunda escisión E) Tercera escisión F) Cuarta escisión G) Mórula H) Blástula K) Gástrula L) Trocófora 31
Figura 11. Larvas “D” alimentadas con distintas microalgas: a Control, b I. galbana, c Nannochloropsis sp y d T. pheudonana 31
Figura 12. Estadios larvarios del organismo Panopea generosa. 33
Figura 13. Histograma de edad de Panopea generosa (tomado de Sloan and Robinson 1984). 35
Figura 14. Histograma del porcentaje de los machos de almeja generosa conforme a los grupos de edad (tomada de Sloan and Robinson 1984). 36
Figura 15. Ciclos reproductivos de Panopea generosa para machos y hembras (tomada de Sloan and Robinson 1984). 36
Figura 16. Principales zonas de captura de la almeja chocolate en Golfo de California y Océano Pacífico (BCS) (Rocha-López et al., 2010). 38
Figura 17. Mapas de registros de las almejas a) chocolata (Megapitaria squalida), b) roja (Megapitaria aurantiaca) y c) blanca (Dosinia ponderosa). 39
Figura 18. Esquema con el ciclo reproductivo de las almejas. 40
Figura 19. Anatomía del tejido blando interno de una almeja. En esta vista, se han retirado las laminillas superiores de las branquias para dejar ver el pie y demás tejidos adyacentes. Modificado a partir de Cesari y Pellizzato, 1990 42

Figura 20. Anatomía del tejido blando interno de una almeja hermafrodita 43
Figura 21. Representación de las etapas de desarrollo del género Argopecten, dentro de un criadero. 48
Figura 22. Anatomía del tejido blando de la ostra plana, Ostrea edulis, y de la vieira Calico, Argopecten gibbus, visible después de haber retirado una de las valvas de la concha. MA - músculo aductor; B - branquias; G - gónada (diferenciada en O - ovario y T - t 49
Figura 23. Fotografías del predio del Polígono 1 donde se aprecia las condiciones del canal de San Vicente, al oeste la isla Sto. Domingo y en la ribera este la zona de manglar. 56
Figura 24. Vista del predio del Polígono 2 que es un área con un mayor resguardo a las variables climáticas 57
Figura 25. Vista del predio del Polígono 2 que es un área donde se aprecian algunos cilindros empleados en la fase de pre engorda. 58
Figura 26. Fotografía de la semilla de ostión de 3 mm 59
Figura 27. Cilindro de malla plástica de 1.5 m de largo con un diámetro de 30 cm 60
Figura 28. Fotografías de Bolsa ostionera con flotador tipo espuma 60
Figura 29. Módulo de cultivo 62
Figura 30. Fotografía que muestra las 80 bolsas por línea en la etapa de engorda 62
Figura 31. Ejemplo de distribución espacial entre las líneas de cultivo 63
Figura 32. Tipo de balsa flotante utilizada en los cultivos de moluscos bivalvos (Se muestra sin techo) 64
Figura 33. Cilindro utilizado en la prengorda 68
Figura 34. En esta fotografía se puede apreciar los cilindros listos para ser transportados a la línea madre 69
Figura 35. Diferentes tipos de material, utilizados en línea madre o long line por los productores de ostión en Baja California Sur México. 70
Figura 36. Recepción de la semilla y mediante el uso de un vaso y previo conteo repetitivo de cantidad de semilla por vaso, se calcula la cantidad de semilla por bolsa y se colocan en bolsas mosquiteras; las cuales se colocan en canastas nestier para colocarlas e 70
Figura 37. A. Preparación de bolsas mosquiteras en el interior de las canastas nestier. B. Canastas nestier apiladas, perfectamente amarradas. C. Se trasladan mediante una lancha a la línea madre. D. Línea madre la cual consta de un cabo de polipropileno de 1 pul 71
Figura 38. Proceso de clareo y limpieza, realizado en cribas. 71
Figura 39. A. Bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 100 a 120 organismos. B. Poches con reducción en cantidad de ostión conforme van creciendo. C y D Camas construidas con varilla corrugada y tubos de ABS. 73
Figura 40. Acomodo de las bolsas sobre las parrillas o camas. 74
Figura 41. Variaciones de los materiales utilizados en el sistema francés, el cual consta

de camas metálicas, construidas con varillas corrugadas y/o tubos de ABS, sobre las que se colocan los poches. 75
Figura 42. Artes de cultivo empleadas comúnmente en cultivos de moluscos en suspensión:, canasta ostrícola de plástico (Mazón-Suástegui et al., 2003). 81
Figura 43. Siembra de semilla de Nodipecten subnodosus, en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas, para dar inicio a la etapa de preengorda. 82
Figura 44. Obtención de juveniles de Nodipecten subnodosus una vez concluida la preengorda en bolsas colocadas dentro de las canastas ostrícolas. 83
Figura 45. Canastas ostrícolas de plástico apiladas formando módulos, para el cultivo de Nodipecten subnodosus en un sistema de línea larga de superficie, utilizado en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote. 83
Figura 46. Manejo de la semilla de preengorda a la colocación de las almejas dentro de las canastas. 84
Figura 47. Diagrama que ilustra el ciclo completo de engorda de la mano de león en el mar. 84
Figura 48. Esquema de la producción de organismos triploides estériles. 93
Figura 49. Arriba Domo de protección para el cultivo de almeja generosa. Abajo Esquema de distribución de los artes de cultivo indicando el área de amortiguamiento 99
Figura 50. Diagrama esquemático de una línea madre. 99
Figura 51. Ubicación del Proyecto respecto a la zonificación primaria del PM. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 52. Ubicación de la AP con respecto a las Áreas de Conservación 120
Figura 53. Ubicación de la AP con respecto a las AICAS 122
Figura 54. Región Terrestre Prioritaria Planicies de Magdalena. 125
Figura 55. Regiones marinas prioritarias Bahía Magdalena 126
Figura 56. Regiones Hidrológicas Prioritarias RHP Bahía Magdalena. 127
Figura 57. Sitios RAMSAR El mas cercano es el Humedal Los Comondú 128
Figura 58. Sitios de congregación de especies de fauna 129
Figura 59. Ubicación del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas con la zona de canales 132
Figura 60. Unidades Ambientales del Ordenamiento Ecológico Territorial 133
Figura 61. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 134
Figura 62. Uso de suelo y vegetación en la cuenca de AP. 136
Figura 63. Microcuencas que integran la cuenca San Miguel-Arroyo del Vigía 138
Figura 64. Ubicación de la cuenca Arroyo Venancio – Arroyo Salado. 139
Figura 65. Corrección por depresiones de la cuenca Arroyo Venancio – Arroyo Salado 141
Figura 66. Cálculo de la acumulación de flujos. 143
Figura 67. Presentación del detalle hidrológico calculado. 145

Figura 68. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto 147
Figura 69. Climas presentes en el sistema ambiental del proyecto. 151
Figura 70. Climograma de Bahía Magdalena, B.C.S. 152
Figura 71. Temperatura promedio mensual para Bahía Magdalena (1980-2005). 153
Figura 72. Temperatura máxima y mínima promedio mensual (1980-2005). 154
Figura 73. Precipitación promedio mensual para Bahía Magdalena. 155
Figura 74. Trayectoria de huracanes que han llegado a influenciar en el Área del Proyecto 156
Figura 75. Ubicación del Proyecto, en las subprovincias fisiográficas (INEGI, 1996), geológicas (López Ramos1979) y Tectonoestratigráficas (Sedlock et. al., 1993. 158
Figura 76. Ubicación del Proyecto, en el esquema geomorfológico. 160
Figura 77. Geomorfología del área aledaña al Proyecto 163
Figura 78. Geología del sistema ambienta 165
Figura 79. Ubicación del Proyecto, en la Regionalización sísmica de la República Mexicana (Consulta en línea al Servicio Sismológico Nacional). 166
Figura 80. Tipos de suelo presentes en el área del proyecto 168
Figura 81. Región Hidrológica RH3 Baja California Suroeste. 171
Figura 82. Cuenca donde se encuentra el área del proyecto 172
Figura 83. Escurrimientos superficiales calculados debido a la ausencia de cauces 174
Figura 84. Red de drenaje superficial de carácter efémero. 175
Figura 85. Escurrimientos superficiales en el Área del Proyecto 176
Figura 86. Acuífero Santo Domingo, actualmente se encuentra en veda. 178
Figura 87. Variabilidad estacional de corrientes geostróficas (500 db) calculadas con el modelo OCCAM, con base en los datos de altimetría satelital en 2006 (U.S. Naval Research Laboratory). (A) enero-marzo, (B) abril-junio, (C) julio-septiembre y (D) octubredici 182
Figura 88. Esquema conceptual del mecanismo acoplado de surgencias costeras y transporte de marea que determina el intercambio de agua entre Bahía Magdalena-Almejas y la zona oceánica adyacente (tomado de Zaytsev et al. 2003). 183
Figura 89. Variaciones de la temperatura y precipitación pluvial diarias en Puerto Cortés. 184
Figura 90. Variaciones de las anomalías de temperatura mínima, promedio y máxima, así como de la precipitación (columnas verdes) en Cd. Constitución. 185
Figura 91. Velocidades predichas por el modelo en la zona marina adyacente a las bahías. 187
Figura 92. Distribución espacial de las corrientes residuales que resultan de la rectificación de la circulación forzada con la componente armónica de la marea M2. Los datos fueron obtenidos de las simulaciones numéricas de 5 días considerando un forzamiento simultáneo de la marea en las bocas con la amplitud de 0.5 m/s en la componente semidiurna M2 de la marea). 188

Figura 93. Batimetría de la zona de estudio.....189
Figura 94. Batimetría de la zona del proyecto basada en los levantamientos realizados en abril de 2024 190
Figura 95. Uso del suelo y vegetación presente en el sistema ambiental. 195
Figura 96. Ubicación de los bosques en el complejo lagunar Bahía Magdalena–Bahía Almejas, BCS y distribución del manglar (polígonos en verde) 198
Figura 97. Composición por grupo de fitoplancton.....201
Figura 98. Taxones identificados y densidad registrada en superficie (A), media agua (B) y fondo (C). 202
Figura 99. Estado base de la clorofila a (a), la fluorescencia (b) y la temperatura superficial marina (c). Periodo: 2003-2013. 206
Figura 100. Promedio de la abundancia de la biomasa del zooplancton en Bahía Magdalena de enero a agosto de 2015 (Unidades ml 100 m-3). 211
Figura 101. Abundancia de la biomasa zooplanctónica en todas las localidades en Bahía Magdalena, de enero a agosto de 2015. Línea roja es el valor promedio de cada muestreo, una vez eliminado el valor de la estación Punta Entrada (Boca) para calcular el promedio. 211
Figura 102. Proporción de ejemplares muertos de zooplancton.....212
Figura 103. Composición taxonómica del zooplancton recolectado en Bahía Magdalena 214
Figura 104. Número de ejemplares por estación.....215
Figura 105. Fotografía de Bahwania goodei.....215
Figura 106. Platynereis bicanaliculata representada por sus dos fases, la atoca y la reproductiva epitoca.....215
Figura 107. Número total de ejemplares por especie en cada estación en la estación. 216

ANTECEDENTES

En referencia al OFICIO: ORE. SEMARNAT-BCS.02419/ 2024 notificado el pasado 09 de enero del año en curso, en el cual La Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Baja California Sur menciona que, la promovente debería haber realizado el pago por la cantidad de $89,104.51 (ochenta y nueve mil, ciento cuatro pesos 51/100 M.N.), conforme a lo indicado en los artículos 3 y 194-H fracción II de la Ley Federal de Derechos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2024, Este requerimiento se deriva de que la mitad del Polígono 1 solicitado por mi representada se encuentra dentro del área marina de amortiguamiento del polígono envolvente de la Isla Santo Domingo, que forma parte del Archipiélago Bahía Magdalena de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California.

Derivado de lo antes expuesto la Oficina de Representación nos previno conforme a lo establecido en el Articulo 17-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo para que en un plazo de 15 días hábiles contados a partir de la recepción del oficio referido se presentara la siguiente información:

1. Presentar la TABLA A y la clasificación de la TABLA B de pago de derechos, por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, conforme a lo previsto en el artículo 194-H, fracción II, inciso b) de la Ley Federal de Derechos, con los valores de los criterios corregidos, además de presentar el pago correspondiente por la Recepción, evaluación y resolución de la MIA- P del Proyecto, por la cantidad de $89,104.51 (ochenta y nueve mil, ciento cuatro pesos 51/100 M.N.), así como el comprobante original de pago por el monto señalado.

2. De conformidad con lo previsto en el artículo 34, fracción I, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, presentar original de la publicación de un extracto del proyecto, en un periódico de amplia circulación en esta entidad federativa, dentro del plazo de 5 días contados a partir del 04 de diciembre de 2024, fecha en que se presentó la Manifestación de Impacto Ambiental a esta Secretaría.

3. Deberá presentar Declaración bajo protesta de decir. verdad con la firma de quien(es) elaboraron la manifestación de impacto ambiental del proyecto, la cual deberá estar fundamentada en el artículo 35-Bis-1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente y artículo 36 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que a la letra dice:

"Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, *en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas."*

MODIFICACIONES A LA MIA-P ORIGINALMENTE PRESENTADA

Derivado del Oficio de requerimiento citado anteriormente mi representada con fundamento en el Artículo 8 de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos manifiesta su petición de modificar la superficie y ubicación de los polígonos debido a las siguientes razones:

Que debido a la situación económica de los socios de la Unión el pago de $89,104.51 (ochenta y nueve mil, ciento cuatro pesos 51/100 M.N.) resulta oneroso y en este momento no se encuentran en condiciones económicas para cubrir dicha cantidad, aunado a esto la falta de un Programa de Manejo de la **Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California** genera incertidumbre del alcance y amplitud de las medidas de mitigación y compensación que se pudieran imponer en el oficio resolutivo para el desarrollo del proyecto si se encontrara en una ANP y del alto costo que estas medidas podrían generar, por lo que se optó por realizar modificaciones en la dosificación de las áreas donde se desarrollaran las actividades del proyecto.

Estas modificaciones se encuentran contenidas en el presente manifiesto. Con estas adecuaciones se busca alcanzar los siguientes objetivos:

1.- No realizar ninguna actividad, ya sea prohibida o permitida dentro del polígono envolvente del Archipiélago Bahía Magdalena que forma parte de la **Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California**

2.-Que la división de la superficie del proyecto en tres polígonos prácticamente respeta la superficie solicitada originalmente.

3.- Que los polígonos del proyecto continúan ubicados dentro del mismo Sistema Ambiental por lo que con estas adecuaciones sigue siendo validas tanto la descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto, como la descripción de impactos, así como las medidas de mitigación y compensación.

4.- Que es válido el pago de derechos realizado y presentado el 04 de diciembre de 2024, ya que corresponde a los criterios de las Tablas A y B. contenidas en el artículo 194-H, fracción IV, de la Ley Federal de Derechos, utilizados anteriormente y que es de 3, al ya no estar ubicado el proyecto dentro de una ANP.

5.- Que la acuacultura es una de las actividades productivas importantes para el desarrollo de la región que armoniza, mediante medidas ambientalmente adecuadas, con la necesidad de conservación de ecosistemas que albergan especies, principalmente aves migratorias de relevancia biológica;

6.- Que debido a su relevancia a nivel nacional y a los servicios ambientales que proveen las Islas del Pacífico de la Península de Baja California, así como los esteros e islotes interiores este proyecto de acuacultura garantiza un desarrollo sustentable en beneficio de las comunidades locales, para generar un crecimiento económico en la región, y con su desarrollo se estaría evitando actividades que reduzcan el capital natural que posee esta región natural, única en México y en el mundo.

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

"Cultivo y Engorda de Moluscos Bivalvos de Interés comercial en El Estero San Vicente, Municipio de Comondú, Baja California Sur"

I.1.2. Ubicación del Proyecto (calle, numero o identificación postal de domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación

El proyecto se encuentra ubicado en las zonas conocidas como La Palizada y Las Botellas, dentro del Estero San Vicente, cerca de la Boca de Santo Domingo en la Bahía Magdalena, al norte del poblado de Puerto Adolfo López, Mateos Municipio de Comondú, en el Estado de Baja California Sur.

I.1.3. Superficie total del predio y del proyecto

Las actividades de acuacultura se realizarán en los siguientes predios: en la Palizada se ubican el Polígono 1 con 177.183 hectáreas y polígono 2 con 41.542 ha y en Las Botellas se ubica el Polígono 3 con 46.206 hectáreas para un total de **264.931** hectáreas

I.1.4. Duración del proyecto

Cincuenta años

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO SAN VICENTE, S DE RL DE CV

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

UPA220708SB7

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

C. WILBER ADRÍAN GARCIA MERCADO. Representante Legal.

En el **Anexo 1** se muestra la documentación legal.

I.2.4. Registro Federal de Contribuyentes del representante legal

[redacted]

I.2.5. Clave única de Registro de Población del representante legal

[redacted]

I.2.6.Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3. Responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1.Nombre o razón social

[redacted]

I.3.2.Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.3.3.Nombre del responsable técnico del estudio, Registro Federal de Contribuyentes, Clave única de Registro de Población, profesión, Numero de Cedula Profesional

[redacted]

I.3.4.Dirección del responsable del estudio

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

La acuacultura es una de las actividades sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículo 28 fracción XII); esto en los casos en que se pueda poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas. Esta condición se reitera en el artículo 95, de la misma Ley, el cual señala que "la Secretaría deberá solicitar a los interesados, en los términos señalados en esta Ley, la realización de estudios de Impacto Ambiental previo al otorgamiento de concesiones, permisos y en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibro ecológico".

Por su parte, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental en su artículo 5º inciso U establece los casos en los que se requiere de la autorización en la materia para el desarrollo de actividades acuícolas.

La construcción de infraestructura acuícola, pesquera, de procesamiento, de protección, de fomento, obras hidráulicas y otras que se realizan en aguas nacionales, zonas federales, áreas naturales protegidas y/o que requieren del cambio de uso del suelo forestal para desarrollar la acuacultura, así como la pesca derivada de o asociada a la acuacultura, requieren de la autorización en materia de impacto ambiental, de acuerdo con lo establecido en las fracciones I, V, VII, IX, X, XI y XII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5º de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Cuando estas obras y/o actividades pretendidas son asociadas a un desarrollo acuícola de nueva creación, se podrán integrar al proyecto para su evaluación y resolución en conjunto.

La actividad acuícola es una de las más diversas en el País, ya sea por la gran variedad de recursos que son aprovechados, de los ecosistemas acuáticos en donde se desarrollan, los métodos y artes de cultivo empleados, por la amplia gama de formas de presentación de los productos, de la infraestructura, de las industrias y servicios conexos, de las formas de organización, etc.

La compleja red de interacciones entre la actividad primaria desde la producción, extracción o captura de las materias primas, hasta los canales de acceso a los mercados locales, estatales, nacionales e internacionales, hace que ésta sea una de las actividades cuyos impactos se ubican en diferentes niveles de agregación. Por ello, la evaluación del impacto ambiental del desarrollo acuícola deberá analizarse desde dos puntos de vista: el de proyectos de obras y actividades acuícolas por sí mismo y el del desarrollo acuícola en su conjunto.

El primero a través de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular que aplica para obtener la autorización en la materia, previo al otorgamiento de la concesión y de las autorizaciones en general que se requieren para la realización de actividades acuícolas.

A este nivel de estudio, se analizará el proyecto desde la perspectiva del aprovechamiento sustentable de los recursos y de la conservación de su hábitat, así como del beneficio de la misma a las comunidades que se verían beneficiadas y del posible desarrollo de actividades conexas en las localidades involucradas.

Con relación al proyecto motivo de este Manifiesto con pretendida ubicación en aguas del estero San Vicente, es importante señalar que la zona se encuentra en la costa noreste de la Bahía Magdalena, B. C. S., y no existe ninguna restricción regulatoria para que se puedan desarrollar las actividades contempladas en el proyecto.

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas en donde se ubica el polígono del proyecto, está incluida en el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte**. Dicho ordenamiento se realizó por ser una zona importante dada la diversidad de ecosistemas de alta fragilidad y el alto potencial turístico (DOF: 09/08/2018). El proyecto se encuentra en la **UGA Terrestre 4, Golfo de Ulloa** con Matorral sarco-crasicaule de neblina (54%); matorral sarco-crasicaule (19%); matorral sarcocaule (9%); vegetación halófila (7%); mezquital (3%); manglar (2%); vegetación de dunas costeras (1%); otros (5%). Por otra parte, el complejo lagunar tiene tres islas: Isla Magdalena, mide aproximadamente 90 km de largo y tiene forma de escuadra, se sitúa al Oeste del litoral del Municipio de Comondú Esta isla tiene como principal asentamiento el Puerto Magdalena, con una población de pescadores. La segunda es la Isla Margarita, con aproximadamente 33.8 km de largo y 7.2 km de ancho, presenta elevaciones que forman acantilados y extremos rocosos y una elevación máxima de 566 m sobre el nivel medio del mar (Monte Margarita). La isla está habitada por militares concentrados en una base de la Armada de México en Puerto Cortés y por pescadores en Puerto Alcatraz. La isla es considerada como refugio de múltiples aves acuáticas migratorias, destacando la colonia de pelícanos *Pelecanus occidentalis*, considerada como la concentración más grande del Estado (Zárate- Ovando et al. 2006) y colonias permanentes de lobos marinos *Zalophus californianus*. Su vegetación es escasa y con una macrofauna relativamente reducida o al menos poco estudiada. La tercera es la Isla Creciente (Bahía Almejas) conformada por una franja angosta de tierra de aproximadamente 23 km de largo. En Isla Creciente a menudo se instalan campamentos estacionales de pescadores para organizar la captura de almeja y también ha sido clasificada como área de refugio de múltiples aves acuáticas y algunos mamíferos marinos. Este Complejo Insular conocido como Archipiélago Bahía Magdalena está incluido en un Área Natural Protegida y se encuentra inscrita dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) llamado **Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California**, la que fue decretada el 7 de diciembre del 2016, incluye 21 islas

y 97 islotes de jurisdicción federal, y sus aguas marinas adyacentes, resguardan una de la mayor biodiversidad de nuestro país. Están agrupadas en 8 archipiélagos o complejos: Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Adelaida, San Benito y Cedros; Magdalena y Los Alijos, cabe destacar que los polígonos 1 y 2 del proyecto se encuentra colindante con la zona de amortiguamiento de la Isla Santo Domingo, pero en un sitio donde las actividades de acuacultura son compatibles con las actividades permitidas en esta subzona.

La UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO DE SAN VICENTE, S DE RL DE CV, opera en el Sector Pesquero en la modalidad de Productor, sus miembros cuentan con permisos de acuacultura de fomento para diversas especies de moluscos bivalvos de interés comercial.

En el medio natural de este estero dadas las características del ciclo de vida que presentan las poblaciones silvestres de especies de moluscos bivalvos presentes, es de esperarse que, bajo las condiciones actuales de aprovechamiento por parte de los pescadores libres, permisionarios y sociedades cooperativas asentados en la zona, en el estero, las poblaciones que actualmente sostienen sus pesquerías vean reducida su capacidad de mantenerse (oferta biológica). Otros problemas relevantes en el sistema ambiental son; la pesca furtiva de especies protegidas (tortuga marina), la pesca durante los periodos de veda (camarón y almeja catarina) y la captura de ejemplares por debajo de la talla legal mínima (abulones y almeja generosa). Además, existe una creciente demanda de la proteína de la sardina para alimentos balanceados y recientemente para la maricultura de atún que aumentan la cuota de pesca de sardina de manera significativa. Por otro lado, el uso de redes agalleras y de arrastre tipo chango (ilegales, pero desafortunadamente en uso frecuente debido a la falta de vigilancia oficial y la creciente presencia de grupos delincuenciales), tienen un impacto destructivo en los fondos arenosos del ecosistema bentónico y demersal del complejo de esteros que son particularmente frágiles debido a su relativamente largo periodo de recuperación a este tipo de perturbación.

Objetivo general del Proyecto.

La UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO DE SAN VICENTE, S DE RL DE CV, propone llevar a cabo el cultivo y engorda de bivalvos, con especial énfasis en las especies almeja Catarina (Argopecten ventricosus), almeja generosa (Panopea globosa y P. generosa), ostión japonés (Cassostrea gigas), callo de hacha (Atrina maura), Callo de hacha largo (Pinna rugosa), almeja mano de león (Nodipecten subnodosus) y Almeja chocolata (Megapitaria squalida).

Dependiendo de la etapa de cultivo y la especie será el sistema e instalaciones a utilizar: intensivo (larvas, post-larvas y juveniles), semi-intensivo (juveniles) y extensivo (engorda) (ver: sección "Artes de cultivo").

La engorda de las especies de este género se llevarán a cabo en distintas artes de cultivo debido

a la variedad de organismos que se contemplan, para la etapa de pre engorda estas serían líneas madre o "long-line" en donde se suspenden Cilindros de malla plástica y cajas ostrícolas tipo "Nestier", para la prengorda.

Para la engorda líneas con bolsas de malla plástica con flotador, estantes o racks fijos en la zona intermareal con bolsas de malla plástica.

Líneas ajustables con bolsas de malla de PAD y/o canastas tipo australiano. También se utilizarán costales de malla plástica que se colocan en camas de varilla corrugada y tubo ABS (Sistema Francés) en la misma zona intermareal.

En las etapas finales de engorda, los organismos de hábitos bentónicos como todas las almejas y callos se colocarán en el fondo donde estarán protegidas con tubos de PVC, mallas plásticas o dentro de un cerco de malla plástica sostenidas con postes de madera o PVC, todas estas artes se ubicarán dentro de un polígono de 264.931 ha compuesta de tres polígonos Polígono 1 en la Palizada con 177.183 hectáreas y polígono 2 con 41.542 ha frente a las costas de la zona conocida como La Palizada y otro de 46.206 hectáreas en el estero Santa Elena frente al campo pesquero de Las Botellas ambas en la Zona de Canales en el complejo lagunar Bahía Magdalena, en el estero San Vicente, B.C.S. (**Fig. 1**).

El tiempo estimado para desarrollar este proyecto es por tiempo indefinido, pero para fines de este manifiesto se considera una duración de 50 años, por la naturaleza del proyecto las etapas de preparación del sitio y construcción de las artes de cultivo, como se verá en las siguientes secciones de este capítulo, se desarrollarán de manera continua por lo que no se puede definir la duración individual de cada una de estas etapas.

Actualmente los socios de la Unión para desarrollar este proyecto cuenta con Permisos para la Acuacultura de Fomento que ampara las actividades de acuacultura de las especies ostión del Pacifico (*Cassostrea gigas*), Callo de hacha (*Atrina maura*), Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*), Almeja catarina (*Argopecten venticosus*), Almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), Almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), Almeja generosa (*Panopea generosa* y *P. globosa*) en 15.0705 ha en La Palizada y 16.014.43 ha en Las Botellas ambas ubicadas en aguas de jurisdicción federal ubicadas en Bahía Magdalena, Municipio de Comondú, B.C.S. Una vez obtenida la Autorización de Impacto Ambiental se tramitará una Concesión para la acuacultura comercial por medio de una solicitud de concesión acuícola en cuerpos de jurisdicción federal ante la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.

Para el ostión, las almejas y callos se planea iniciar con 300 líneas de 50 m de longitud ancladas con postes de PVC en forma perpendicular a la dinámica de las corrientes presentes en el sitio y aumentar con 200 más al siguiente año, 200 líneas más; el tercer año 400 líneas más; el cuarto año 400 líneas más hasta llegar a 1,500 líneas en total en el cuarto año en el sitio conocido como Estero San Vicente, mientras que en el estero Santa Elena se iniciara con 100

líneas 50 m de longitud ancladas con postes de PVC en forma perpendicular a la dinámica de las corrientes presentes en el sitio y aumentar con 200 más al siguiente año, hasta llegar a 300 líneas en total en el cuarto año y 300 camas construidas con varilla corrugada y tubos ABS en la zona intermareal al inicio y aumentar con otras 300 al año siguiente y 300 el tercer año hasta llegar a un total de 900 camas.

Debido a que este proyecto de maricultivo está diseñado para que los organismos filtradores se alimenten del fitoplancton directamente del medio natural, no se contempla proporcionar a los organismos en ninguna etapa de su desarrollo dentro del cuerpo de agua, piensos o alimentos balanceados, ni antibióticos o cualquier otra sustancia ajena al medio, es de esperarse que no se presente impactos ambientales adversos producido por la presencia de sustancias que modifiquen el medio natural.

La acuicultura debe ser llevada ambientalmente correcta por varias razones: para preservar la calidad del agua y la estabilidad del ecosistema y, para mantener el equilibrio entre las diferentes actividades que hacen uso de la zona costera del complejo lagunar, tomado en cuenta que en los alrededores se encuentran otros proyectos de acuacultura en desarrollo o en etapa de planeación.

El cuerpo de agua donde se llevará el proyecto se ubica en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena que se encuentra en la costa occidental de la península de Baja California, en el noroeste de México (24° 15'-25 ° 20' N, 112° 30 "-112 ° 12' 0). Este sistema abarca tres tipos de lagunas: la región norte conocida como la Zona de Canales (ZC) donde se encuentra la AP, con una profundidad media de 3.5 m; la zona central, llamada Bahía Magdalena (BM), con un área superficial de aproximadamente 900 km^2, conectada con el Océano Pacífico a través de una boca ancha (Boca Entrada) de 4.5 km de largo y con profundidades de hasta 39 m; al sur, la Bahía Almejas (BA), con una superficie de 370 km^2 y 3 m de profundidad media, que conecta con el mar a través de una boca pequeña (Canal Rehusa) (**Figura 1**)

II.1.2. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se pretende llevar a cabo en las zona de canales en las inmediaciones de los campos conocidos como Las Botellas en el estero Santa Elena y La Palizada, en el estero San Vicente ambas localizadas al norte de Puerto Adolfo López Mateos a 12.5 km y 27.79 km respectivamente, el AP se está localizada en el municipio de Comondú en el Estado de Baja California Sur, en la costa occidental de la Península de Baja California y a 62 km al noroeste de la Ciudad y Puerto de La Paz (**Figuras 1 y 2**).

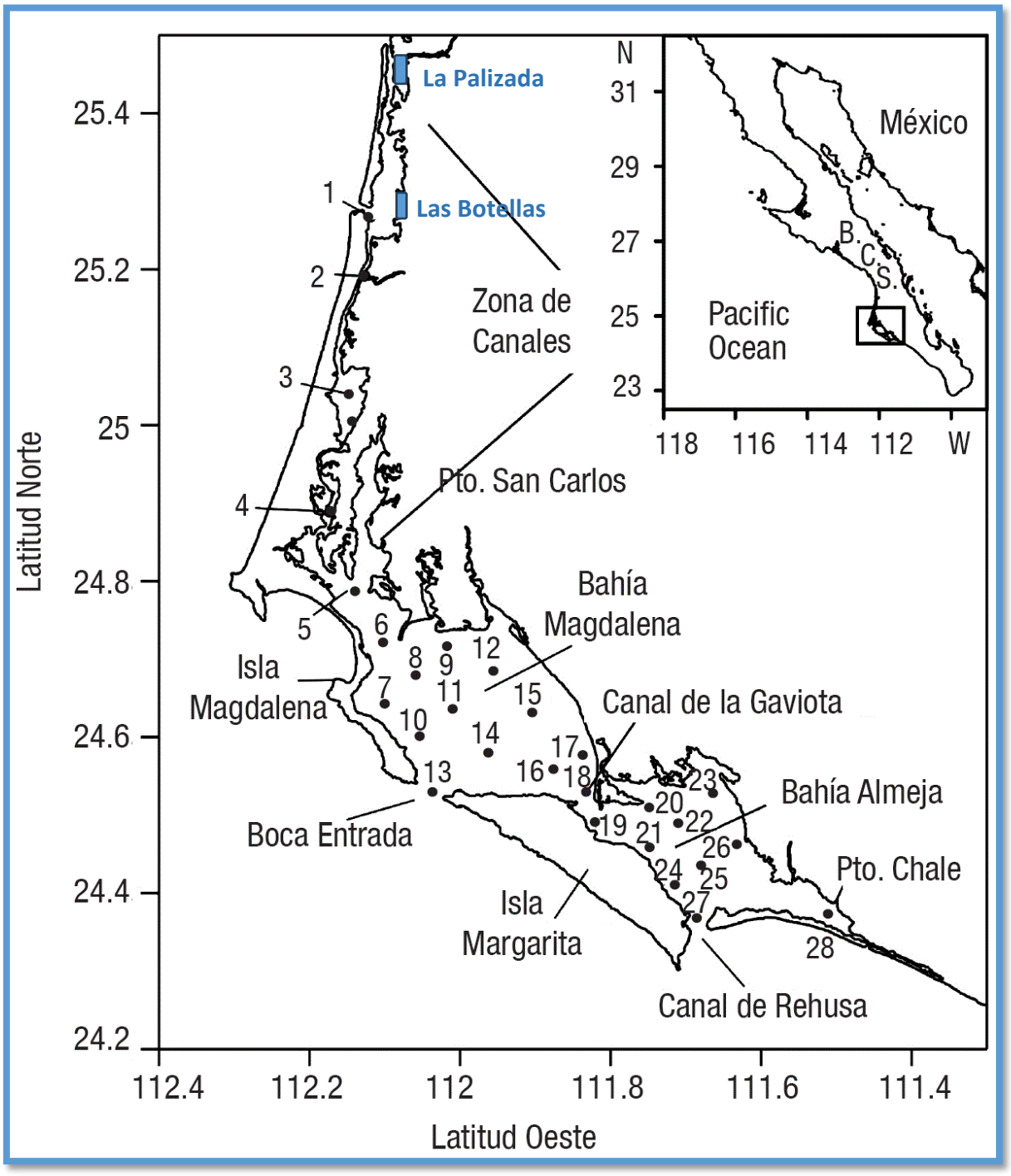


Figura 1. Ubicación de la Zona de Canales del Complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Amejas, en azul se señalan la ubicación de los polígonos del proyecto.



Figura 2. Ubicación geopolítica del área de cultivo de bivalvos.



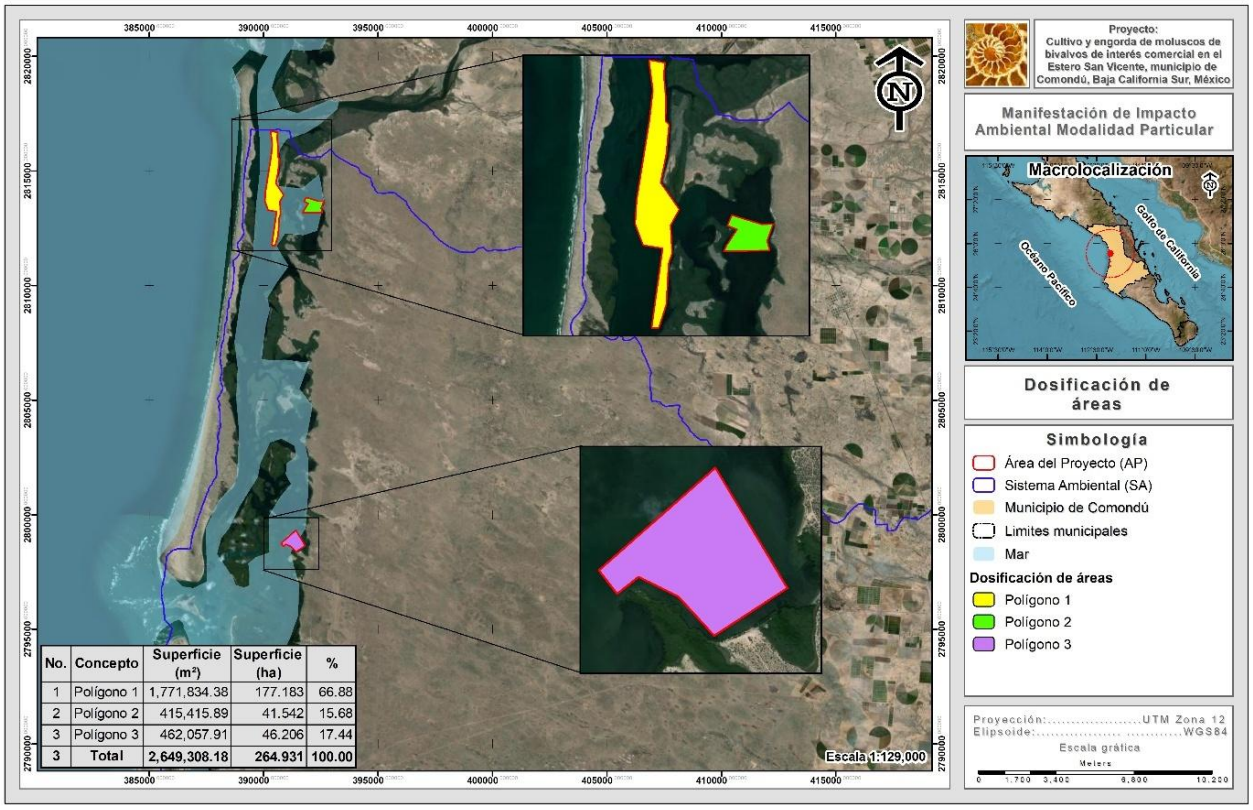
Figura 3. Localización geográfica del área propuesta para el cultivo.

El área solicitada para el desarrollo de este proyecto es de **264.931** *ha compuesta de tres polígonos* en total. El tamaño de los polígonos está en función de un plan de siembras a mediano plazo, esto es se realizará la introducción de semillas de las diferentes almejas, callos y ostión en una superficie de 3 hectáreas cada año, hasta completar 150 hectáreas en los polígonos de la Palizada, quedando 5.0 hectáreas como área de amortiguamiento, y la zona profunda del canal destinada como zona de navegación. En Las Botellas se planea realizar la introducción de semillas de las diferentes almejas, callos y ostión en una superficie de 3 hectáreas cada año, hasta completar 42 hectáreas, quedando 44.20 ha como superficie de amortiguamiento, se planea hacer siembra de semilla cada mes de esta manera se obtendrá una producción escalonada de bivalvos en distintas tallas a lo largo del tiempo, lo que permitirá desarrollar un plan de manejo sobre los recursos en cultivo.

Tabla 1. Cuadro de construcción del polígono total para la siembra de bivalvos:

Cuadro de construcción del AP divido en 2 polígonos		
Vértice	**Coordenadas UTM, WGS84, Zona 12R**	
	X	**Y**
Polígono 1		
1	390302.3846	2816738.9594
2	390605.5124	2816687.4880
3	390583.0195	2816461.4690
4	390624.9363	2815974.4161
5	390610.0259	2815611.5798
6	390680.9201	2815533.9709
7	390627.7369	2814984.0763
8	390523.0166	2814452.6872
9	390870.1037	2813953.9933
10	390707.2690	2813663.5542
11	390737.7749	2813134.4937
12	390669.8232	2812943.8712
13	390629.0256	2812185.1606
14	390489.9459	2811751.4852
15	390352.9838	2811752.0948
16	390561.1328	2813227.0080
17	390194.3885	2813287.5240
18	390045.0616	2813684.5864
19	390076.5750	2814128.8714
20	390315.7499	2815632.9458
21	390380.1755	2816175.8343
Superficie: 177.183 ha		

Polígono 2		
1	391767.4314	2813650.3511
2	391852.6825	2813847.8816
3	392414.5976	2813675.6975
4	392621.2927	2813684.9111
5	392505.8688	2813362.8499
6	392558.8647	2813190.9069
7	391702.2487	2813173.1414
8	391748.0619	2813278.0134
9	391950.5591	2813584.6049
Superficie: 41.542 ha		
Polígono 3		
1	391407.2070	2799316.3824
2	391807.7441	2798646.4592
3	391400.2002	2798381.8586
4	391201.2905	2798599.3276
5	390979.4031	2798708.8188
6	390858.7449	2798615.0186
7	390757.5040	2798746.0452
Superficie: 46.206 ha		
Superficie total: 264.931 ha		



No.	Concepto	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	Polígono 1	1,771,834.38	177.183	66.88
2	Polígono 2	415,415.89	41.542	15.68
3	Polígono 3	462,057.91	46.206	17.44
3	Total	2,649,308.18	264.931	100.00

Dosificación de áreas.

Teniendo en cuenta que las almejas chocolata, Catarina y almeja generosa, callos largo y chino, ostión japonés y mano de león se desarrollan mejor en condiciones de suelo de tipo lodoso-arenoso se pretende ubicar el polígono en la zonas intermareal y submareal donde se piensa que se cumplen mejor con las condiciones físicas y biológicas para el desarrollo y crecimiento de las especies bentónicas.

Infraestructura de apoyo.

Las áreas de limpieza y mantenimiento, talleres y oficinas se encuentran ubicadas en las instalaciones que posee la UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO DE SAN VICENTE, SRL DE CV en la localidad de La Palizada, por lo que no se contempla la construcción de estas infraestructuras en el predio del proyecto o sobre la barra de arena.

Vías de comunicación.

El Campo Las Botellas se comunica por medio de caminos de brecha al Puerto Adolfo López Mateos (**PALM**) que está situado en la costa central oeste de Baja California Sur, en Bahía Magdalena en el Océano Pacífico. Es un puerto pesquero que en la temporada de invierno se transforma en anfitrión de miles de visitantes que llegan a observar las ballenas grises. Tiene cerca de 5,000 habitantes, pertenece al municipio de Comondú. Por carretera está a 274 Km de La Paz; 3.25 horas; y a 490Km de San José del Cabo, existe una sola carretera de primer orden, la transpeninsular federal No. 3. Para el apoyo a los buques que arriban al Puerto, la Capitanía de Puerto cuenta con equipo de comunicación VHF, se cuenta con teléfonos comerciales de Telmex y Telcel, incluyendo servicio de internet de Telmex y 3G de banda ancha, una oficina de correos de México con servicio de telegrafía nacional.

Para llegar al predio del proyecto.

Para acceder a La Palizada donde se encuentra el Polígono 1 y 2, se parte desde el poblado de Ciudad Insurgentes se toma en dirección NO por la carretera 53 rumbo a La Purísima se recorren 27 km hasta llegar al entronque con el poblado de María Auxiliadora, de ahí se continua por una brecha rumbo al Oeste por 25 km hasta llegar a la costa en el campo pesquero conocido como La Palizada donde se encuentran las instalaciones de la UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO DE SAN VICENTE, SRL DE CV., para ir al polígono del proyecto se toma una lancha y se navega al Oeste por 2.87 km donde se encuentran dos bajos divididos por un canal de 8 metros de profundidad.

El polígono 3 situado en el campo pesquero de Las Botellas se encuentra a 12.3 km al NE en línea recta del Puerto Adolfo López Mateos y se comunica por vía terrestre por una brecha de terracería de 14.80 km que entronca a la salida del puerto tomado rumbo al norte y después al este al llegar a las instalaciones abandonadas de la minera Rofomex, de nuevo se toma al norte para después doblar al oeste hasta llegar al campo Las Botellas. Por vía marítima se puede comunicar al PALM pero esta vía es poco utilizada debido a los numerosos bajos y lo

intrincado de los canales navegables.

Principales núcleos de población.

El Puerto López Mateos tiene cerca de 2,227 (INEGI 2020) habitantes, pertenece al municipio de Comondú y al Este Cd. Constitución cabecera municipal con 44,918 habitantes y dentro de la bahía en Isla Magdalena, se encuentra San Carlos con 5,742 habitantes y el poblado de Puerto Magdalena con 150 ha todos dedicados a la pesca.

Ciudad Insurgentes, Ubicada a 237 kilómetros al norte de La Paz y a 27 kilómetros al norte de Ciudad Constitución. Originalmente recibió el nombre de *La Toba* en honor al alférez Fernando de la Toba, quien fue el primero en traer la noticia a Baja California Sur de que México ya se había independizado de España. Su economía se basa principalmente en la agricultura en la producción de hortalizas, frutales (naranja), garbanzo, maíz, cártamo y forrajes como la alfalfa.

Actualmente el número de población que se encuentra económicamente activa es de 3,507 habitante de un total de 8691 habitantes de los cuales 4,227 son población femenina y 4,464 son población masculina. Entre los habitantes se encuentran 5,508 habitantes mayores de 18 años. Son 2,778 habitantes masculinos mayores de edad y 2,730 habitantes femeninos. La población que tiene 60 años o más cuenta con 774 habitantes.

Existe un total de 2,310 viviendas particulares habitadas de las cuales 2,274 disponen de luz eléctrica, 2,274 disponen de agua entubada, 1,679 disponen de drenaje, 818 disponen de línea telefónica y solo 404 disponen de servicio de interne

Otros proyectos productivos del sector.

En la región se tiene conocimiento de otros proyectos de acuacultura que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo a continuación se enlistan los que se identificaron dentro del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas que se encontró en un listado que publica la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura.

Cabe mencionar que se desconoce cuáles están activo ni la extensión de sus instalaciones la mayoría de los activos trabajan almeja Catarina y ostión japonés y en mucha menor escala callo de hacha.

Tipo de permiso	Fecha de vigencia		Nombre del beneficiario	Rep. Legal	Especies autorizadas	Sitio autorizado
Permiso para la acuacultura de fomento	07/01/2016	07/01/2020	SOCIEDAD COOPERATIVA PUERTO NUEVO S.C. DE R.L. DE C.V.	Bernardino Geraldo Higuera	Almeja catarina (argopecten ventricosus) callo de hacha (atrina maura) ostion del pacifico (crassostrea gigas) ostion kumamoto (crassostrea sikamea) almeja chocolata roja (megapitaria aurantiaca) almeja chocolata (megapitaria squalida) pepino de mar (parastichopus spp.) Callo de hacha largo (pinna rugosa)	Puerto chale en bahía almejas
Permiso para la acuacultura de fomento	15/02/2016	15/02/2020	SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCION PESQUERA LA LIBERTAD EDO. B.C.S. S.C. DE R.L.	Rosa Lilia Roiz Betancourt	Almeja generosa (panopea globosa)	Bahía magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	02/05/2016	02/05/2020	COMERCIALIZADORA DE RECURSOS MARINOS DE BAJA CALIFORNIA S.A. DE C.V.	Juan Antonio paz franco	Almeja catarina (argopecten ventricosus) almeja arenera (chionista fluctifraga) ostion del pacifico (crassostrea gigas) almeja chocolata (megapitaria squalida) almeja generosa (panopea globosa)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	02/05/2016	02/05/2020	SOCIEDAD COOPERATIVA ACUACULTORES DEL ESTERO EL ALHUATE S.C. DE R.L. Y C.V.	José Jorge Beltrán Bórquez	Almeja pata de mula (anadara spp.) Almeja catarina (argopecten ventricosus) callo de hacha (atrina maura) ostion americano (crassostrea virginica) almeja chocolata (megapitaria squalida) almeja mano de leon (nodipecten subnodosus) almeja generosa (panopea globosa) callo de hacha largo (pinna rugosa)	Esteros el cayuco y el Alhuate Bahía Almejas
Permiso para la acuacultura de fomento	30/11/2016	30/11/2016	CULTIVOS MARINOS DE MOLUSCOS BIVALVOS DEL PACIFICO S.A. DE C.V.	Elvira margarita Pérez Ceseña	Almeja pata de mula (anadara multicostata) almeja catarina (argopecten ventricosus) callo de hacha (atrina maura) ostion del pacifico (crassostrea gigas) almeja chocolata (megapitaria squalida) almeja generosa (panopea generosa)	Estero San Buto
Permiso para la acuacultura de fomento	21/12/2016	21/12/2020	CULTIVOS MARINOS DE MOLUSCOS BIVALVOS DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.	Elvira margarita Pérez Ceseña	Almeja pata de mula (anadara multicostata), almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria squalida), almeja generosa (panopea generosa)	Estero San Buto
Permiso para la acuacultura de fomento	25/01/2017	25/01/2021	MARSEL, S. DE R.L.	Jorge Javier Ramírez Chávez	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria squalida), almeja mano de leon (nodipecten subnodosus), almeja generosa (panopea generosa), almeja generosa (panopea globosa), callo de hacha largo (pinna rugosa)	Arenal tres Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	25/01/2017	25/01/2021	SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCION ACUICOLA Y DE	Saul Rene Hinojosa Peralta	Almeja pata de mula (anadara multicostata), almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea	Arenal 4

Tipo de permiso	Fecha de vigencia		Nombre del beneficiario	Rep. Legal	Especies autorizadas	Sitio autorizado
			SERVICIOS TURISTICOS LAGUNA DE SAN GREGORIO, S.C. DE R.L.		gigas), almeja chocolata (megapitaria squalida), almeja generosa (panopea globosa)	
Permiso para la recoleccion del medio natural de reproductores	03/02/2017	30/06/2017	Acuacultura Robles, S.P.R DE R.I.	Miguel Mungaray Robles	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), almeja mano de leon (nodipecten subnodosus), almeja generosa (panopea globosa)	Complejo lagunar Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	08/03/2017	08/03/2021	Guadalupe amador Manríquez	***	Almeja generosa (panopea globosa)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	13/03/2017	13/03/2021	Juan Carlos García Rodríguez	***	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), almeja mano de leon (nodipecten subnodosus), almeja generosa (panopea generosa), almeja generosa (panopea globosa)	Estero San Buto
Permiso para la acuacultura de fomento	15/06/2017	15/06/2019	SCPP ACUÍCOLA Y TURÍSTICA VICTORIA DE LA BAJA CALIFORNIA SUR S.C. DE R.L. DE C.V.	Ramon Arnold Arce Victoria	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	16/06/2017	16/06/2019	Sociedad cooperativa pescadores de alta mar y acuicola Bahía Santa maría S.C. DE R.L.	Humberto Espinoza Arias	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), ostion kumamoto (crassostrea sikamea), almeja chocolata (megapitaria squalida)	Isla Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	19/06/2017	19/06/2019	Geovanni Guadalupe Beltrán Sánchez	***	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), callo de hacha largo (pinna rugosa)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	03/07/2017	03/07/2019	SOCIEDAD COOPERATIVA MAR AZUL VERDE, S.C. DE R.L.	Alfredo Domínguez Alfaro	Callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), callo de hacha largo (pinna rugosa)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	03/07/2017	03/07/2019	Gómez castellanos, S. C. DE R. L.	Miguel Castellanos Gómez	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), almeja mano de leon (nodipecten subnodosus), almeja generosa (panopea globosa)	Bahía Magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	03/07/2017	03/07/2019	José Alfredo Lara Meza	***	Callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), callo de hacha largo (pinna rugosa)	Bahía Magdalena

Tipo de permiso	Fecha de vigencia		Nombre del beneficiario	Rep. Legal	Especies autorizadas	Sitio autorizado
Permiso para la acuacultura de fomento	03/07/2017	03/07/2019	Carlos López Orozco	***	Almeja pata de mula (anadara grandis), almeja pata de mula (anadara multicostata), almeja catarina (argopecten irradians concentricus), almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria squalida), almeja generosa (panopea generosa), almeja generosa (panopea globosa)	Estero san buto
Permiso para la acuacultura de fomento	31/07/2017	31/07/2019	EL BATEQUI, S.C. DE R.L DE C.V.	Hernan Hinojosa Peralta	Almeja pata de mula (anadara grandis), almeja pata de mula (anadara multicostata), almeja catarina (argopecten circularis), almeja catarina (argopecten ventricosus), ostion de mangle (crassostrea corteziensis), ostion japones (crassostrea gigas), ostion kumamoto (crassostrea sikamea), almeja chocolata (megapitaria squalida), almeja generosa (panopea generosa), almeja generosa (panopea globosa)	El arenal en bahia magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	13/09/2017	13/09/2019	GIDAM S. DE R.L. DE C.V.	Antoine Debarge	Atun aleta amarilla (thunnus albacares)	Costas de Bahía santa Maria
Permiso para la recoleccion del medio natural de reproductores	01/10/2017	31/12/2017	SCPP PESCADORES UNIDOS DEL PACIFICO S.C.L.	Aaron Romero Romero	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura)	Bahia magdalena
Permiso para la acuacultura de fomento	09/10/2017	09/10/2019	SOCIEDAD COOPERATIVA TIBURONES DE ALTAMAR, S.C. DE R.L. DE C.V.	Eutiquio Victoriano Ávila	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas)	Estero Tlaquepaque
Permiso para la acuacultura de fomento	09/10/2017	09/10/2019	SCPP MISIONEROS DE LA BAJA, S.C. DE R.L. DE C.V.	Rodrigo Núñez Valenzuela	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja mano de leon (nodipecten subnodosus)	En la zona del Ranchito, estero de Tlaquepaque Puerto San Carlos
Permiso para la acuacultura de fomento	23/10/2017	23/10/2019	SCPP, ACUICOLA Y SERVICIOS TURISTICOS ACUICOLA EL CHISGUETE, S.C. DE R.L. DE C.V.	Larisa Mendoza Salido	Almeja catarina (argopecten ventricosus), callo de hacha (atrina maura), ostion japones (crassostrea gigas), almeja chocolata (megapitaria spp.), almeja generosa (panopea globosa)	Bahía Magdalena

II.2. Inversión requerida

La inversión requerida para el desarrollo del presente proyecto solamente consta del costo de la semilla y de los materiales para la construcción de los artes de cultivo.

La semilla se obtendrá directamente del laboratorio especializado con un costo aproximado de $4.00 por unidad de 3 mm de longitud, para el presente proyecto se requerirán 6, 000,000 semillas lo que arroja un total de $1’000 000 pesos.

Respecto a los artes de cultivo la construcción de cada una de las estructuras es de $450.00 por unidad, para el presente proyecto se requerirán un total de 60,000 estructuras puesto que cada una servirá para dar protección a 80 organismos, menos la mortalidad natural o bajo crecimiento lo que arroja un total de $24’000,000 pesos.

Para implementar las medidas de mitigación y elaboración de programas ambientales se destinará un presupuesto de $300,000.00.

II.3. Calendario de trabajo

Tabla 2. Cronograma de trabajo.

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 10	Año 20	Año 30	Año 40	Año 50
Elaboración de proyecto y obtención de autorizaciones ambientales										
Preparación del sitio										
Operación y mantenimiento										
Aplicación de las medidas de protección y mitigación										
Abandono del sitio y aplicación del programa de rehabilitación										

II.4. Características particulares del proyecto

II.4.1. Información biotecnológica de las especies a cultivar

a) Especies a cultivar y descripción de sus atributos

Las especies ostión del Pacifico (*Cassostrea gigas*), Callo de hacha (*Atrina maura*), Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*), Almeja catarina (*Argopecten venticosus*), Almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), Almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), Almeja generosa

(*Panopea generosa* y *P. globosa)* son las especies que se pretenden cultivar. A continuación, una breve descripción de la biología de cada una de las especies.

Origen de los organismos a cultivar.

Cabe recalcar que todas las especies con excepción del ostión japonés son nativas de la zona donde inclusive se tiene contemplado como alternativas colectar la semilla del medio natural y/o producir semilla con reproductores de alta calidad extraídos dentro de las aguas de la bahía. Para el abasto de la semilla del ostión se recurrirá a las fuentes confiables genéticamente que representan el CIBNOR y el laboratorio de Acuacultura Robles, S. de P. R. de R. L., que son las fuentes de abasto para la mayoría de los productores de la región noroeste del país producida a partir de reproductores criados en aguas de Baja California antes de intentar traer semilla importada, lo que representa un riesgo sanitario que podría poner en peligro la viabilidad biológica y económica del proyecto y que el promovente no está dispuesto a correr.

Biología de Callo de hacha (*Atrina maura*).

Por lo que respecta a la taxonomía de este molusco, a continuación, se presenta su clasificación de acuerdo con Brusca y Brusca (1990).

Phylum: Molusca

Clase: Bivalvia (Pelecipoda o también Lamelibranquiata)

Subclase: Lamelibranquia

Superorden: Filibranquia (= Pteriomorphia)

Familia: Pinnidae

Género: *Atrina*

Especie: *maura*

Sobre las características biológicas y ecológicas, Poutiers (1995) menciona que la mayoría de los moluscos bivalvos presentan un cuerpo blando, no segmentado lateralmente comprimido, cubierto por el manto; carecen de cabeza y de órganos de masticación. Presentan dos sifones, a través de los cuales el agua es aspirada hacía el interior. Tienen un pie, el cual permite al animal desplazarse, excavar o adherirse a sustratos duros por medio de filamentos elásticos. Muchos bivalvos son micrófagos y se alimentan de plancton o de materia orgánica suspendida en el agua o bien, de organismos ó materia orgánica del fondo.

En la mayor parte de los bivalvos los sexos están separados, pero en algunos pueden existir diversas formas de hermafroditismo. Al madurar, los gametos son expelidos al agua donde sobreviene la fecundación de los óvulos; posteriormente las larvas forman parte del plancton

por un período relativamente largo, al término del cual ocurre una metamorfosis que concluye con una fase definitivamente bentónica.

El callo de hacha, *Atrina maura*, presenta su hábitat en zonas de manglares y bancos de lodo, desde el nivel de baja marea hasta unos 10 m. de profundidad. Como una característica distintiva, *A. maura,* presenta una concha alargada, bastante aplanada, semejante a un amplio abanico de borde posterior truncado-redondeado (**Fig. 4**) Su color en la superficie externa es ámbar-purpúreo a café oscura; superficie interna brillante, coloreada tal como la externa, nacarada anteriormente. Alcanza tallas máximas hasta de 45 cm y comúnmente es de 20 cm (Poutiers, 1995).

El aparato reproductor está constituido por la gónada que se encuentra situada en la región dorsal del animal e íntimamente ligada a la glándula digestiva. Visto dorsalmente el organismo, presenta una protuberancia a cada lado, precisamente entre el músculo aductor posterior y la glándula digestiva. Las gónadas son estructuras glandulares anastomosadas, que se ramifican entre la glándula digestiva. A medida que progresa la maduración, la gónada ocupa un espacio mayor y se hace más notoria, hasta alcanzar la típica estructura del sistema folicular túbulo-acinoso que caracteriza a todos los bivalvos (Aguilar, 1964).

Para la diferenciación de sexos y procesos de gametogénesis, Shumway (1991) menciona que en escalopas la gónada en machos es de color crema y en hembras presenta un color rosado. En el callo de hacha, la gónada en machos es de color blanco amarillento y en hembras de color anaranjado fuerte (**Fig. 4**). Después del desove y en el retroceso de la gametogénesis, las gónadas disminuyen su tamaño, el color desaparece y presenta apariencia transparente, de esta manera no se distingue el sexo del organismo y se cataloga como indiferenciado.

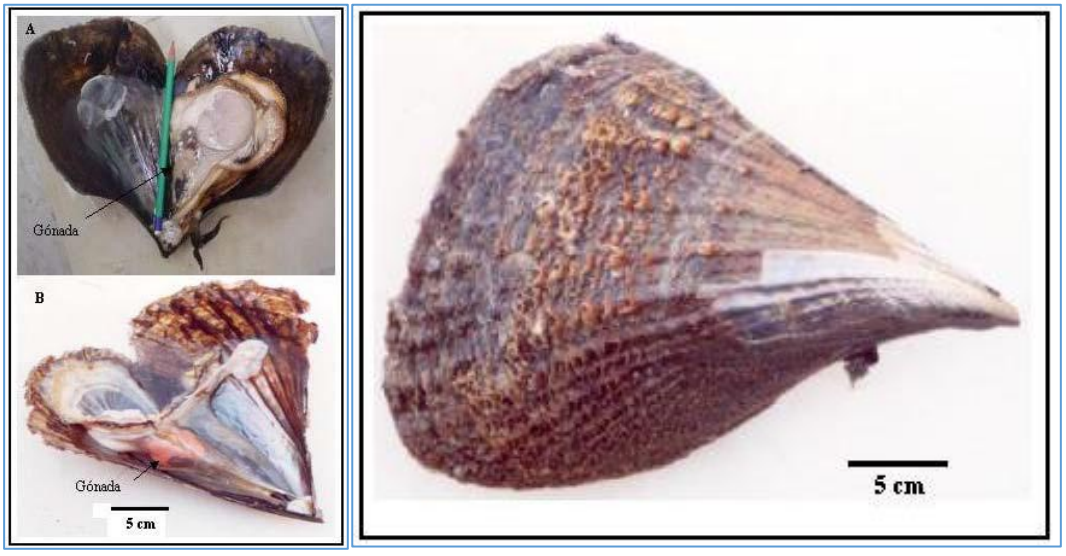


Figura 4. Callo de hacha, Atrina maura, y Figura 2. Callo de hacha maduros de Bahía de Kino y del Canal del Infiernillo, Sonora. A) gónada de un macho, coloración blanco amarillento y B) gónada de una hembra, coloración anaranjada.

Anatomía interna

Coronel (1981), describe la anatomía interna del callo de hacha, como a continuación se explica: Los callos de hacha presentan un músculo aductor posterior de gran tamaño localizado aproximadamente en la parte central de la concha, así como un músculo aductor abrir y cerrar las valvas, en donde dejan huellas. Hay otros dos pares de músculos que ayudan a los movimientos del pie del animal y son: los retractores pedales posteriores y los retractores pedales anteriores, estos juntos con el pie son los que realizan la función de excavación y motilidad del organismo.

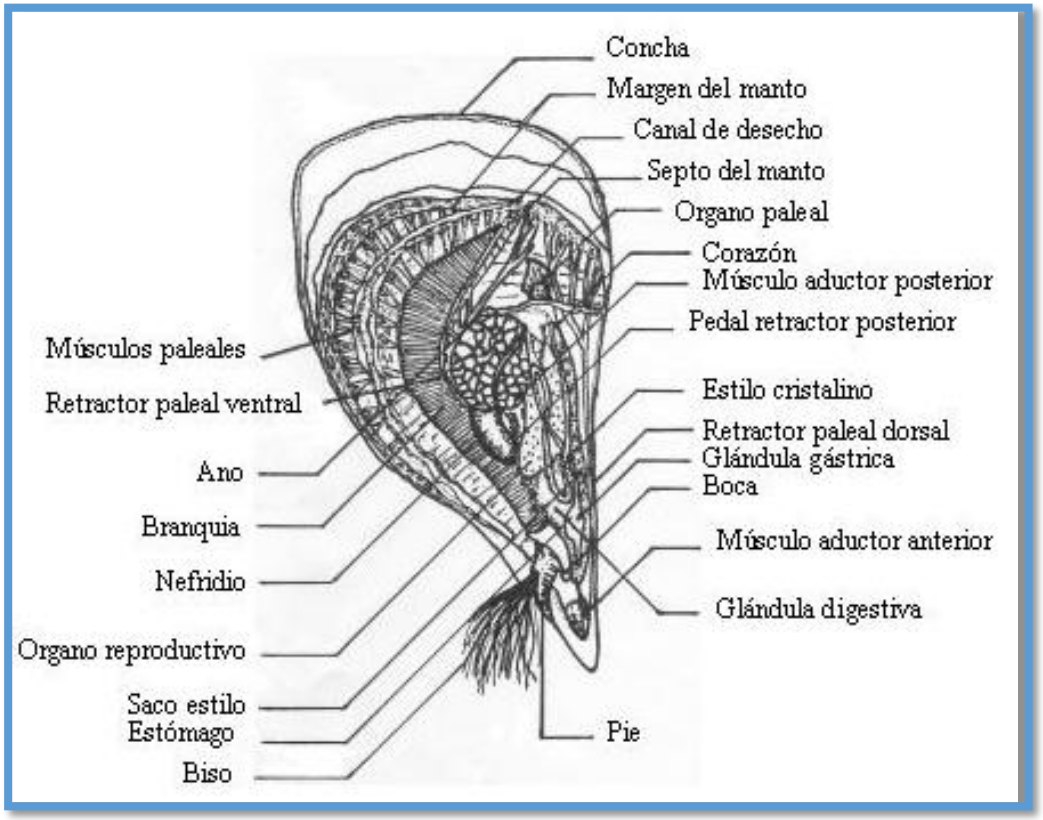


Figura 5. Esquema de la morfología interna de un callo de hacha, con la descripción de sus órganos y músculos que lo componen (tomado de Coronel, 1981).

Muy relacionado al pie se encuentra el biso, que está muy desarrollado en los Pinnidaes y está contenido en la cavidad bisógena que se localiza en la región basal posterior del pie y es de color cristalino. La glándula bisógena se encuentra cerca del principio del pie.

Las partes blandas están confinadas principalmente al área que queda entre ambos músculos aductores y al sobrepasar esta área se encuentran los lóbulos del manto y las alargadas branquias ó ctenidios, mismos que se extienden hacia la región posterior y sobrepasan el músculo aductor posterior. En esta especie no hay sifones verdaderos, aunque la cavidad del manto está dividida por un septo que forma la cámara excurrente y la cámara incurrente

(Coronel, 1981).

En estos organismos la boca es un orificio pequeño ubicado en la porción anterior de los palpos labiales que se encuentran localizados en la base del pie. De la boca se continúa al esófago el cual es un estrecho canal circular que desemboca al estómago, donde se inicia el intestino que se dirige posteriormente y que sale de la glándula digestiva y penetra en la gónada hasta su límite cerca del músculo aductor posterior. De aquí da una vuelta y forma el asa intestinal posterior que regresa hacía la región anterior y entra nuevamente a la glándula digestiva, donde da otra vuelta y forma el asa intestinal anterior. Después se dirige en dirección posterior y pasa por entre medio del corazón y forma una vuelta hacía la región ventral hasta concluir en el ano, localizado en el borde posterior del músculo aductor posterior (Coronel, 1981).

El corazón está situado en la región dorsal a la altura del músculo aductor posterior y es atravesado por el intestino en su parte media. El estilete cristalino se inicia desde el estómago hasta el asa intestinal posterior, siempre sobre la parte dorsal del intestino.

El órgano respiratorio de estos animales está formado por las branquias o ctenidios que se presentan en forma de hojas alargadas de color café claro, en número de cuatro y colocadas en pares a cada lado del organismo. Estas se inician a partir de la porción posterior de los palpos labiales dirigiéndose hacia la región posterior del animal. Una descripción detallada de los órganos ya mencionados y todos en general, así como su ubicación en el organismo (Fig. 3), está descrita desde 1958 por Turner y Rosewater (Coronel, 1981).

Especies de callo de hacha en el Pacífico y su distribución.

Existen cuatro especies de callo de hacha, de interés para la pesca, una de ellas es *Pinna rugosa*, conocida como hacha larga (Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996), se distribuye desde el Golfo de California hasta el sur de Panamá (Keen, 1971). Otra es *Atrina tuberculosa*, conocida como *Pinna tuberculosa* que se distribuye desde Baja California hasta Panamá (Poutiers, 1995). Vélez-Barajas y Fajardo-León (1996), mencionan una *Atrina* sp., que posiblemente es *Atrina oldroydii* Dall, 1901, conocida como hacha negra ó hacha lisa, que se localiza de Baja California hasta Bahía Magdalena, en su límite sur (Keen, 1971). Por último, *Atrina maura*, conocida comúnmente como hacha china o hacha de riñón (Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996), cuya distribución va desde Baja California incluyendo el Golfo de California (Poutiers, 1995), hasta el sur de Perú (Keen, 1971).

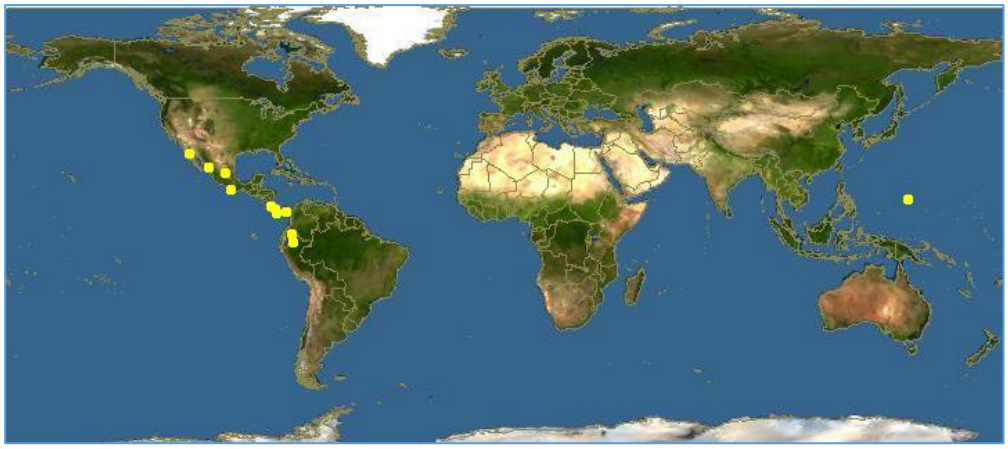


Figura 6. Distribución de las cuatro especies de hacha en el Pacífico.

Biología de Almeja Mano de León *(Nodipecten subnodosus)*

Descripción general del organismo:

Nombre común: almeja mano de león, escalopa.

Nombre científico: *Nodipecten subnodosus.*

La almeja mano de león *N. subnodosus* es un molusco bivalvo, considerado el mas grande en talla de la familia de los pectinidos de aguas tropicales (Barrios-Ruiz *et al*, 20036). Es una especie de rápido crecimiento (Villalejo-Fuerte *et al*, 20047) y de alto valor comercial en el mercado gastronómico (Pacheco-Aguilar *et al*, 20088), es también un organismo de amplia distribución en el Pacifico. En Baja California está presente tanto en las costas del Pacifico (Osuna-García, 20049) como del Golfo de California, incluyendo el área de estudio (Keen 197110; Masso-Rojas et al11. 2000, Villalejo-Fuerte *et al*, 200412; Morzaria-Luna y Danemann, 200713). Ademas, *N. subnodosus* es una especie cuyo cultivo es relativamente sencillo (Garcia-Esquivel et al., 2000; Koch et al., 2005; Petersen et al., 2008).

La almeja mano de león es un hermafrodita funcional que libera óvulos y esperma en cada ciclo anual reproductivo. El potencial de autofertilización asociado a una alta fecundidad implica ventajas y desventajas que deben considerarse en su cultivo, ya que esta situación tiene el potencial de contribuir a incrementar la probabilidad de varianza en la reproducción, tanto como a la depresión endogamica de generaciones futuras. En la acuacultura de organismos con estas características, donde la reproducción se restringe a un selecto grupo de individuos, cualquier variación en el esfuerzo reproductivo puede afectar significativamente a las existencias actuales, así como a las futuras (Petersen et al., 200814). El riesgo de endogamia que pudiese afectar a la poblaciones naturales del espacio de cultivo ha sido valorado por especialistas (Ibarra y May, 200415; Petersen et al., 200814), quienes sugieren considerar este riesgo en los proyectos y proponen como una de las alternativas preventivas el uso de organismos triploides (los cuales son parcial o totalmente estériles) que deberán ser cultivados

en los laboratorios de producción de semilla (Ibarra Humphries, 2008), aunque aún se encuentran en desarrollo las técnicas de obtención de este tipo de organismos en la almeja mano de león. Otras alternativas, que apuntan a la mitigación del riesgo detectado, es la rotación del lote de reproductores, lo cual ha sido utilizado en otros cultivos de organismo acuáticos (Baltazar, 2007).

La distribución geográfica de *N. subnodosus* comprende desde la Laguna Manuela, B.C., México hasta Paita, Perú (Álamo y Valdivieso, 1987; Rombouts, 1991). Con base en la presencia de la especie en diferentes localidades costeras del Pacífico Mexicano, el CIBNOR ha realizado cultivos experimentales, produciendo semilla en el laboratorio y llevando a cabo la engorda en el mar mediante convenios de colaboración con empresas privadas y sociales de la península de Baja California (Mazón-Suástegui *et al*., 2003)

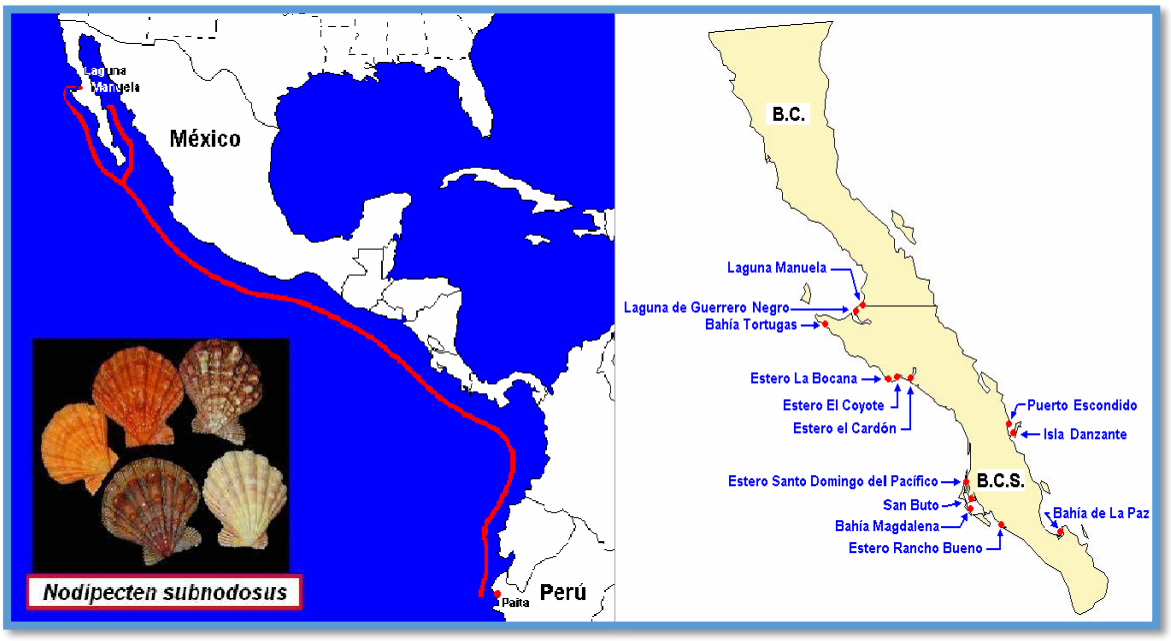


Figura 7. Distribución de N. subnodosus (Keen, 1971) y ubicación de los cultivos piloto-experimentales CIBNOR-Productores (Mazón-Suástegui et al., 2003).

Al igual que otros pectínidos, la almeja mano de león normalmente reposa en el fondo marino sobre su valva izquierda, principalmente en sustratos arenosos o areno-gravosos, pero no son sésiles, ya que como menciona Mazón-Suástegui (1996), algunos pectínidos pueden desplazarse nadando mediante la acción de corrientes enérgicas de agua, que salen por las aurículas y que son provocadas por la contracción brusca del músculo aductor y el correspondiente cierre de las valvas. Por esto en algunos países los pectínidos también son conocidos como “almejas peregrinas”.

MORFOLOGÍA Y ANATOMIA

La característica que describe a la mayoría de los pectínidos son sus dos conchas planas, casi circulares de forma regular y delicada (Pacheco-Aguilar *et al*., 2001). La concha de la almeja mano de león *N. subnodosus* es curvada y más o menos circular, con variedad de colores que van desde el anaranjado a café, negro, blanco y morado, con apariencia moteada en combinaciones diversas. Los distintivos importantes para la identificación rápida de la especie son tres: (1) su tamaño, ya que se le considera la especie más grande y pesada de América tropical, debido a que su concha puede alcanzar una longitud de 218 mm (Reinecke, 1981; Morales-Hernandez y Cáceres-Martínez, 1996); (2) las orejas, que son inequilaterales ya que la anterior es más larga que la posterior, y (3) los nódulos huecos que presenta alternativamente sobre las costillas (9 a 10), de donde deriva su nombre común, porque se asemeja a la garra o mano de un león (Félix-Pico, 1991).

Los detalles generales de la anatomía de los pectínidos se muestran en la figura 8 y se describen solo algunos de ellos. El músculo aductor es de color blancocremoso, su función es la de locomoción y almacenamiento de reservas metabólicas en forma de glucógeno muscular y es precisamente ésta sustancia lo que le confiere una especial consistencia y sabor al músculo ó callo (Phleger *et al*., 1978; Chung y Merrit, 1991). La coloración de gónada es debido a que *N. subnodosus* es hermafrodita funcional, por lo que el esperma y los óvulos se encuentran simultáneamente dentro de la gónada, constituida por dos porciones sexuales, que en condiciones de madurez, se diferencia en una región anterior testicular de color blanco-lechoso (♂) y una región posterior ovárica de color rojo-naranja (♀), que ocupa la mayor parte de la gónada (Roman *et al*., 2001) (**Figura 8**). La función de la gónada es la formación de células germinales, utilizando para ello la energía almacenada en determinados órganos, entre ellos el músculo aductor, lo que se traduce en variaciones en el rendimiento muscular, relacionados con el ciclo reproductivo (Barrios-Ruiz *et al*., 2003; Racotta *et al*., 2003).

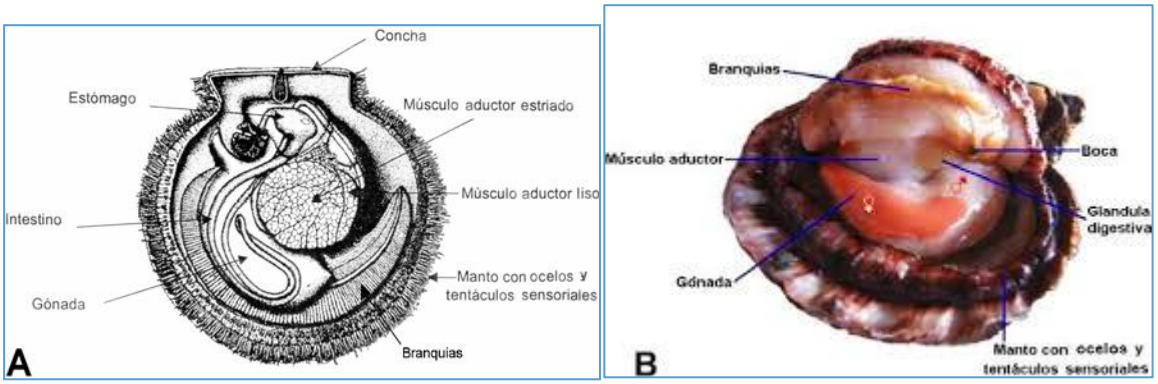


Figura 8. (A) Anatomía general de los pectínidos (Beninger y Le Pennec, 1991); (B) Anatomía de Nodipecten subnodosus.

CICLO DE VIDA

Una vez que los adultos alcanzan la etapa de madurez sexual, liberan sus gametos en el agua de mar donde se produce la fecundación, iniciando la división celular que da origen a la formación de la larva trocófora que inicia el desarrollo embrionario que dará origen a una larva véliger de charnela recta. 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,* utilizando para ello un órgano musculoso denominado *pie*, que extiende hacia fuera de las valvas. A este nivel de desarrollo la larva se denomina *pedivéliger,* porque puede nadar libremente y de manera alterna reptar sobre el substrato buscando el lugar propicio para asentarse por medio de secreciones filamentosas producidas por la glándula bisal localizada en el pie. Si las condiciones del sustrato elegido no resultaran convenientes, la *postlarva* ó juvenil temprano puede deshacerse del biso que le servía de anclaje y desplazarse a otro lugar donde podrá asentarse nuevamente, ya que la glándula bisal sigue siendo funcional en los juveniles y preadultos, pero pierde su función en el adulto. (Mazón-Suástegui, 1996; Robles-Mungaray *et al.,* 2001) (**Fig. 9**).

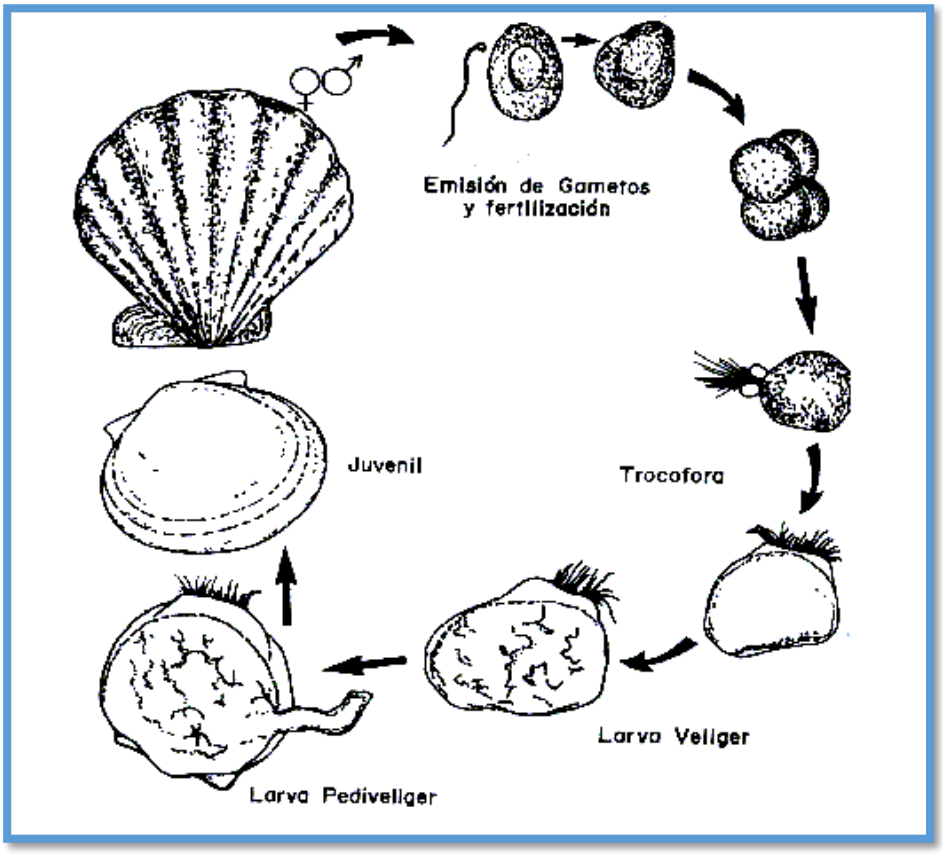


Figura 9. Ciclo de vida de Nodipecten subnodosus, según Morales-Hernández y Cáceres (1996).

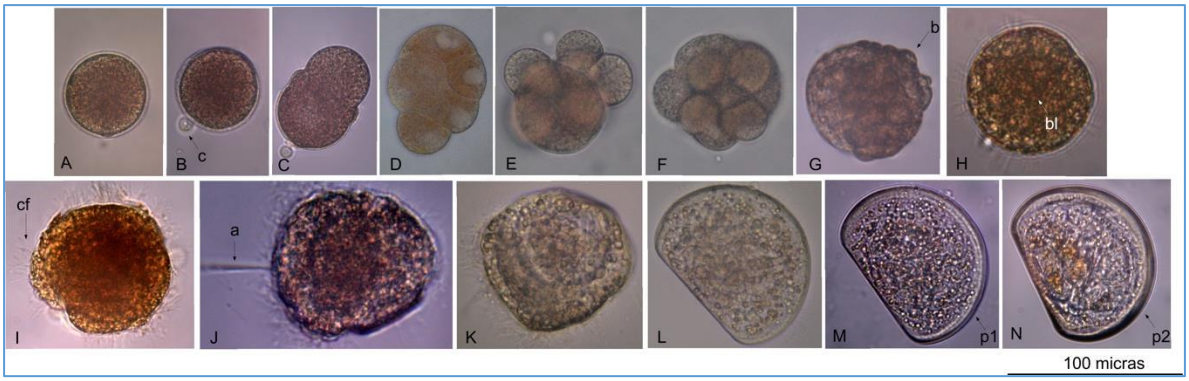


Figura 10. Etapas de desarrollo embrionario y larvario inicial en Nodipecten Subnodosus. A) Ovocitos B) Formación del primer cuerpo polar C) Primera escisión D) Segunda escisión E) Tercera escisión F) Cuarta escisión G) Mórula H) Blástula K) Gástrula L) Trocófora

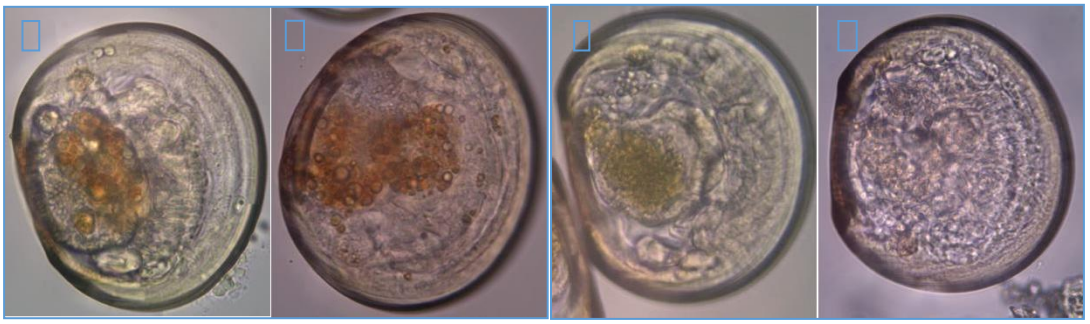


Figura 11. Larvas "D" alimentadas con distintas microalgas: a Control, b I. galbana, c Nannochloropsis sp y d T. pheudonana

Existe poca información sobre el desarrollo temprano de *Nodipecten subnodosus*, así que ciertas características físicas del desarrollo temprano (tamaño de blastómeros, cilios funcionales, pelo apical entre otros) obtenidas en este estudio no se encuentran reportadas para la especie, aunque si están parcialmente en concordancia con los reportados para la pectinoides ya descritos como *Argopecten núcleus* y *Nodipecten nodosus* (Velazco et al 2007) para *N. nodosus* (Rupp & Poli , 1994), y para otras vieiras como *Argopecten irradians* (Sastry, 1965), *Argopecten pleuronectes* (Belda & Del Norte, 1988), *Argopecten purpuratus* (Bellolio et al., 1993) y *Argopecten ventricosus* (Monsalvo-Spencer, 1998). Teniendo en cuenta lo anterior se establecen las comparaciones para *N. subnodosus* en los estadios de trocófora y larvas veliger o "D" tardías (12, y 30 h y tallas de 67,9 ⍰ 2,2, y 93,4 ±3,6 µm respectivamente), encontrando diferencias con algunos estudios realizados a temperaturas similares a las de este estudio (26.5 ⍰ 0.5 ° C) para la misma especie Rupp, et al 1994 y Serrano et al., 1997 registran tiempos y tallas similares para formación de larvas trocófora 10-12 h con tallas de 70 a 75 µm y para la etapa de larvas "D" tardías los tiempos son inferiores de 20 a 24 h pero con tallas similares de 80 a 100 µm. Otros autores como Velazco et al (2007), observa larvas trocófora más tarde para a *Nodipecten nodosus* (19 h) y similares en tiempo para *Argopecten nucleos* (12 h), aunque de mayor talla para ambas especies 90 ⍰ 0,5 µm respectivamente. Para *Argopecten circularis* los tiempos de desarrollo y tallas para larvas trocófora son iguales (12 h

y 70 µm) mientras que para larvas "D" los tiempos son mayores 36 h al igual que para *Argoepcten purputarus* (Cruz, & Ibarra, 1997; Bellonio et, al 1993), este último autor reporta para larvas veliger de *A. irradians* menos tiempo (24 h) y *A. purpuratus* después de 48 h. Monsalvo-Spencer (1998) registró la aparición de trocófora en *A. ventricosus* en menor tiempo (6 h) que en nuestro estudio (Tabla 1). Fonseca y Narchi (2003) encontraron que *N. nodosus* tuvo tiempos similares en la formación de larva trocófora (10-12 h) en comparación con los tiempos observados en el presente estudio. Y se observan más diferencias aun en los estadios avanzados de la embriogénesis con otras especies de pectinoides como *Spondylus limbatus y Spondylus calcifer,* registrando 17 h para trocófora (Soria et, al 2010) y 30 h para Larva "D" (Loor et, al 2016). La variabilidad entre la misma especie y la observada entre diferentes pectinoides responde independientemente según la temperatura del agua, la densidad de incubación, intensidad de luz, la procedencia de los reproductores (acondicionamiento o medio natural) (Le Pennec et al., 2003, Brown et al., 1997; Da costa et al., 2008; Farías et al., 2008; Rico-Villa et al., 2006; Uriarte et al., 2001) e inclusive el valor nutricional de las microalgas, suministrados a los reproductores puede incidir directamente en el tamaño y tiempo de desarrollo de los diferentes estadios del ciclo embrionario, ya que la mayor parte de las reservas almacenadas en los huevos durante la gametogénesis se consumen durante la embriogénesis (Gallager & Mann 1990, Whyte et al 1990).

Biología de la Ameja Generosa. *Panopea generos y Panopea globosa*

A continuación, se describe los rasgos más importantes de la información biológica de la almeja generosa.

Tabla 3. Clasificación de la almeja generosa.

Nombre Común	**Almeja generosa**
Phylum	**Mollusca**
Clase	**Bivalvia**
Orden	**Veneroida**
Familia	**Hiatellidae**
Genero	***Panopea***
Especie	***P. generosa***



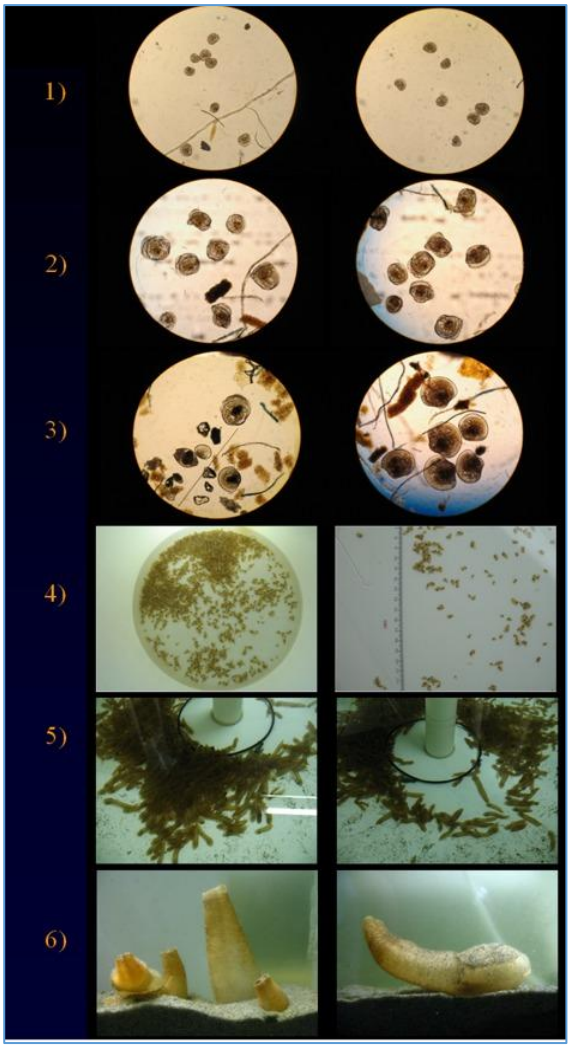


Figura 12. Estadios larvarios del organismo Panopea generosa.

Durante el año de 1988 el número de semillas sembradas en la Bahía de Puget Sound se incrementó a 7.5 millones de juveniles; sin embargo, evaluaciones posteriores indicaron una supervivencia menor al 0.5 % de las almejas sembradas, en comparación con la supervivencia registrada en los tanques del laboratorio que fue del 60 % al 80 %, indicando así que el índice de supervivencia no era inherente a la semilla si no que tenía otro motivo (Pooleopcit; Beattie and Blake op cit.).

Para los años 1987 y 1988 bajo los auspicios del Instituto Nacional de Recursos Costeros Grant, el Dr. Randy Schuman colocó mallas protectoras a las semillas de almeja generosa sembradas, logrando con esto incrementar su supervivencia hasta el 60 %, que comparados con los pobres resultados obtenidos por la WDFW abrían una importante oportunidad, y se determinó que el problema de baja supervivencia se debió a la falta de protección de las semillas de almejas contra los depredadores (Beattie and Blake opcit).

Durante el año de 1990 los biólogos de la WDFW probaron diferentes métodos de exclusión de depredadores, entre los que destacan las bolsas de malla y secciones de tubo de PVC enterradas en la arena con una cubierta de malla en la parte superior. Los resultados indicaron que las bolsas de malla no fueron suficientes para la protección de la semilla pues la supervivencia fue muy baja en comparación con la registrada por la semilla sembrada bajo la protección de tubos de PVC (Beattie and Blake opcit).

De esta forma se determinó que la mejor forma de sembrar semillas de almeja generosa es utilizando tramos de tubo de PVC cubiertos por una malla en su parte superior a fin de proteger a la almeja de los depredadores, removiendo el tubo a los 10 o 12 meses posteriores a su siembra.

La almeja generosa del Pacífico desova durante la época de la primavera tardía al verano temprano (Anderson 1971, Goodwin 1976, Sloan and Robinson 1984).

Las almejas de sifón son organismos muy longevos, lo que afecta seriamente sus niveles de reclutamiento que en muchas zonas son muy bajos.

La talla de las almejas no se ve afectada por el tipo de sustrato, sin embargo, el color de las conchas si cambia reportándose conchas blancas para las almejas que viven en zonas fangosas y conchas negras para las almejas que viven en zonas arenosas particularmente.

El promedio de tamaño de esta almeja en peso y longitud es entre los 135 mm y los 1 000 g. con un gradiente de disminución en talla de sur a norte, de igual forma la talla de las almejas disminuye en función de la profundidad.

Respecto a la densidad de almejas por metro se presentan en un rango que va de 1.19 a 4.19 organismos por metro cuadrado con un promedio de densidad de 2.1 almejas por m^2; de igual manera la densidad se ve afectada en un gradiente de latitud esto es disminuye de norte a sur; y en consecuencia a la profundidad se encuentra un gradiente inverso de disminución con respecto a la profundidad, esto es a menor profundidad la densidad de almejas es más baja; en lo que respecta a la densidad de almejas de acuerdo al tipo de sedimento, comparando la presencia de almejas en lodo (1.2), arena-lodo (2.0), arena (2.1), y gravilla (1.8) se determina que la mayor presencia corresponde a los sustratos de arena-lodo y arena (Godwin and Pease 1991).

En conclusión, muchos factores pueden afectar la talla de las almejas, el tipo de sedimento, la productividad del agua, la profundidad, las corrientes y el área geográfica.

El resultado de investigaciones anteriores ha demostrado que las almejas que crecen en sedimentos de arena y grava gruesa son más pequeñas lo que indica que este tipo de suelo afecta el tamaño de las almejas.

Respecto a su distribución se ha visto que los juveniles son más abundantes alrededor de los adultos en profundidades de 9.1 m (Goodwin and Shaul 1984), esto se puede explicar como resultado de la atracción de las larvas por las feromonas producidas por los adultos o tal vez por un aumento en la supervivencia de los juveniles al habitar junto a los adultos dando como consecuencia una distribución contagiosa (Godwin and Pease 1991).

La calidad de la carne de la almeja generosa se relaciona de manera inversamente proporcional a la profundidad, desconociéndose el motivo, así mismo la calidad de la carne disminuye con la edad, las almejas más jóvenes presentan mejor calidad de su carne, desafortunadamente la mortalidad es mayor en bajas profundidades comparada con la registrada en mayores profundidades, las almejas son más abundantes en aguas profundas que en aguas someras.

La almeja generosa es un organismo que presenta diferenciación de sexos, no se han encontrado organismos hermafroditas, las hembras son ligeramente mayores en talla (peso total máximo 1.42 g) y en edad que los machos (Sloan and Robinson 1984) aunque no existe un dimorfismo sexual.

La mayor frecuencia de edad en esta especie es en el grupo de 21 a 30 años que se convierte en el grupo modal (**Figura 13**).

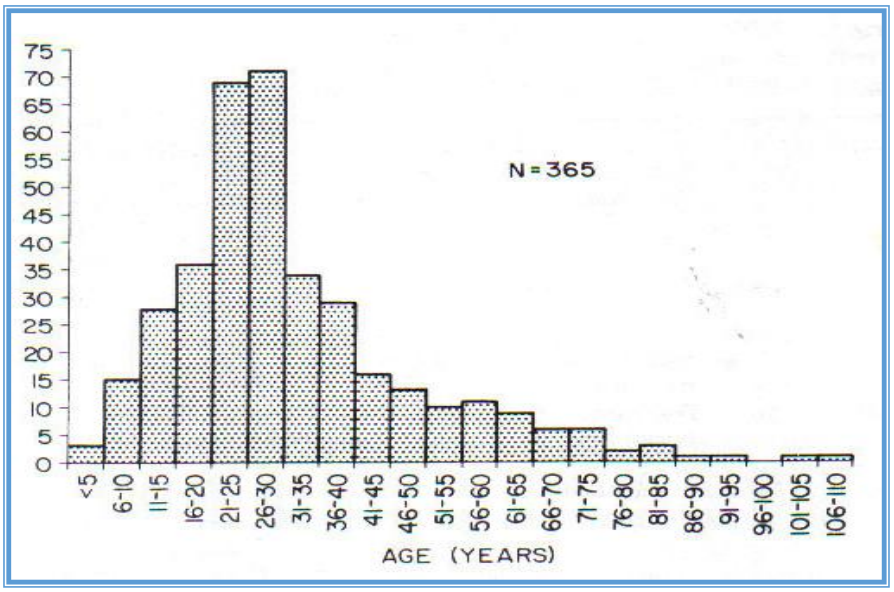


Figura 13. Histograma de edad de Panopea generosa (tomado de Sloan and Robinson 1984).

La relativa proporción de su peso representado por los diferentes componentes del cuerpo, son similares entre los sexos. La edad promedio en la almeja generosa es de 31.4 años con un rango entre 4 y 107 años. La proporción de machos de almeja generosa decrece de manera constante conforme aumenta la edad (**Figura 14**).

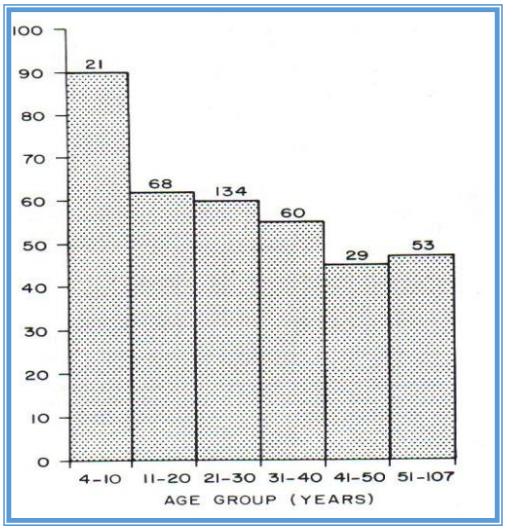


Figura 14. Histograma del porcentaje de los machos de almeja generosa conforme a los grupos de edad (tomada de Sloan and Robinson 1984).

Los ciclos reproductivos de *Panopea generosa* para machos y hembras se ilustran en la Figura 15 están íntimamente relacionados con la temperatura del agua del mar y sus variaciones estaciónales, pudiendo observar que la mayor parte de las almejas desovan en los meses de abril y mayo para la región de Canadá, Estados Unidos y México, observándose una sincronización absoluta de las hembras comparado con los machos (Sloan and Robinson 1984; Garduño-Franco).

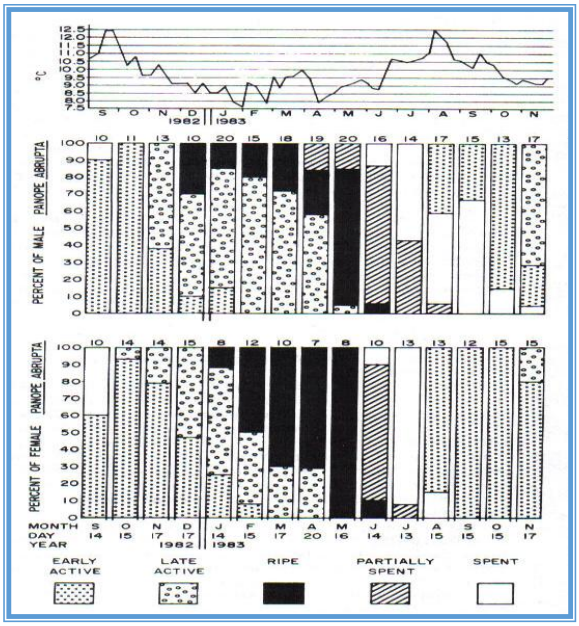


Figura 15. Ciclos reproductivos de Panopea generosa para machos y hembras (tomada de Sloan and Robinson 1984).

El desove ocurre probablemente de manera anual y sincrónica entre los sexos y cómo es posible observar se desencadena por un aumento en la temperatura del agua del mar.

La edad de primera madurez la alcanzan entre los 3 y 5 años de edad y son fértiles durante todo su larga vida, ya que se han encontrado en almejas de entre 50 y 170 años de edad conteniendo esperma y ovas morfológicamente viables lo que indica la no cesación de su actividad reproductiva con la edad (Sloan and Robinson 1984).

La Tabla 4 muestra un resumen de la información respecto a las características óptimas para el cultivo de la almeja generosa (Beattie 1992; Pinfold 2001 cit. Heath 2005).

Tabla 4. Resumen de los parámetros biofísicos para el cultivo de almeja generosa.

Substrato	**Lodo/arena/gravilla (penetración hasta 1 m)**
Profundidad	**3-20 m**
Temperatura	**18-30 °C**
Salinidad	**26-31 ppm**
Transparencia (Disco de Secchi)	**2 >10 m**
Velocidad de corriente	**<1.5 nudos (<0.75 cm/s)**
Productividad	**15-200 mgC/m^2/día**

Biología de la almeja chocolate (*Megapitaria squalida)*

Descripción: Concha gruesa porcelanosa, lisa, de forma triangular, alargada anteroposteriormente. Perióstraco grueso. Ligamento externo, situado sobre una plataforma ligeramente incrustada en la parte posterior de la charnela. Charnela fuerte con tres dientes cardinales y dientes anteriores muy marcados (heterodonta). Línea paleal bien marcada; seno paleal profundo en forma de lengua, llegando hasta la mitad de la concha; ligeramente inclinado. Huellas de los aductores circulares, ligeramente mayor la posterior, junto a la cual se encuentra la huella del retractor posterior; la huella del retractor anterior ligeramente hundida en la concha. Color de la concha variado, café claro o crema u ornamentado con líneas concéntricas, en zig-zag y líneas radiales de color café obscuro. Perióstraco de color café claro, brillante. El interior de la concha es blanco con un tinte violáceo ligero.

Nombre científico: Megapitaria squalida

Nombre común: Almeja chocolata café

Clasificación: Animalia-Mollusca-Bivalvia-Veneroida-Veneroidea-Veneridae-Megapitaria squalida (G. B. Sowerby I, 1835)

A menudo se conoce como almeja chocolata o almeja mexicana, es uno de los bivalvos comúnmente encontrados en el noroeste de México y Perú. M. squalida vive en un ambiente marino, enterrado en el sedimento y emigra a aguas más profundas a medida que crece. La concha es sub-elíptica, convexa y lisa, con el periostracum gris-marrón y brillante. Nombre científico: Megapitaria aurantiaca (G. B. Sowerby I, 1831) Nombre común: Almeja roja

CLASIFICACIÓN Animalia Mollusca Bivalvia Veneroida Veneroidea Veneridae Megapitaria aurantiaca (G. B. Sowerby I, 1831) M. aurantiaca presenta una coloración rosa bajo con un periostracum opaco cafénaranja, la superficie interior a veces presenta teñido de naranja en el borde de la bisagra. Esta especie puede superar los 120 mm de tamaño del cuerpo de (Fisher et al., 1995).

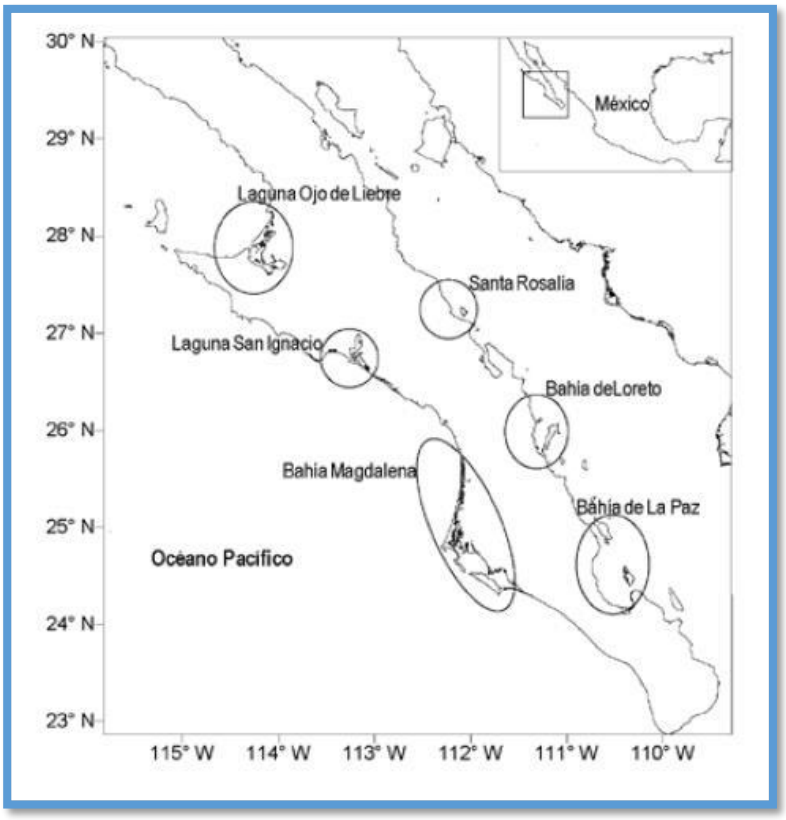


Figura 16. Principales zonas de captura de la almeja chocolate en Golfo de California y Océano Pacífico (BCS) (Rocha-López et al., 2010).

Observaciones: La coloración de los juveniles varía presentando ornamentación de color caférojizo en forma de zig-zag, concéntrica, sobre fondo blanco. Keen (reporta ejemplares de 112 mm de largo; en este estudio el ejemplar más grande encontrado fue de 87.6 mm.

Observaciones: En los ejemplares jóvenes predomina la coloración en zig-zag o de líneas radiales, la cual se mantiene en la parte dorsal de los adultos. Keen (1971) reporta ejemplares de 120 mm de longitud.

A menudo se conoce como almeja chocolata o almeja mexicana, es uno de los bivalvos comúnmente encontrados en el noroeste de México y Perú. M. squalida vive en un ambiente marino, enterrado en el sedimento y emigra a aguas más profundas a medida que crece. La concha es sub-elíptica, convexa y lisa, con el periostracum gris-marrón y brillante. Nombre científico: Megapitaria aurantiaca (G. B. Sowerby I, 1831) Nombre común: Almeja roja

CLASIFICACIÓN Animalia Mollusca Bivalvia Veneroida Veneroidea Veneridae Megapitaria aurantiaca (G. B. Sowerby I, 1831) M. aurantiaca presenta una coloración rosa bajo con un periostracum opaco cafénaranja, la superficie interior a veces presenta teñido de naranja en el borde de la bisagra. Esta especie puede superar los 120 mm de tamaño del cuerpo de (Fisher et al., 1995).

M. squalida es uno de los bivalvos más abundantes en el Noroeste de México. Su distribución va desde Puerto Peñasco, Golfo de California México, (31°20'48.68" N y 113°38'6.48" W), hasta Guayaquil en Ecuador (2°52'16.82" S y 80° 9'59.58" W; Arellano-Martínez et. al. 2006). *M. aurantiaca* presenta una distribución del Golfo de California, México (30 ° y 114 ° 32''59''O 28'60.00''N) a Salinas en Ecuador (2°13'00 "S y 80 ° 57 '00 "W, Olsson 1961, Keen 1971). *Dosinia ponderosa* se distribuye desde la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur México (27 ° 53'41 "N y 114 ° 7 '54.5" W), incluyendo el Golfo de California a Paita, en Perú (5 ° 5 '28 "S y 81º 6 '23 "W). Eso es de la provincia de San Diego a la región Panámica (Briggs, 1974). (**Figura 17**).

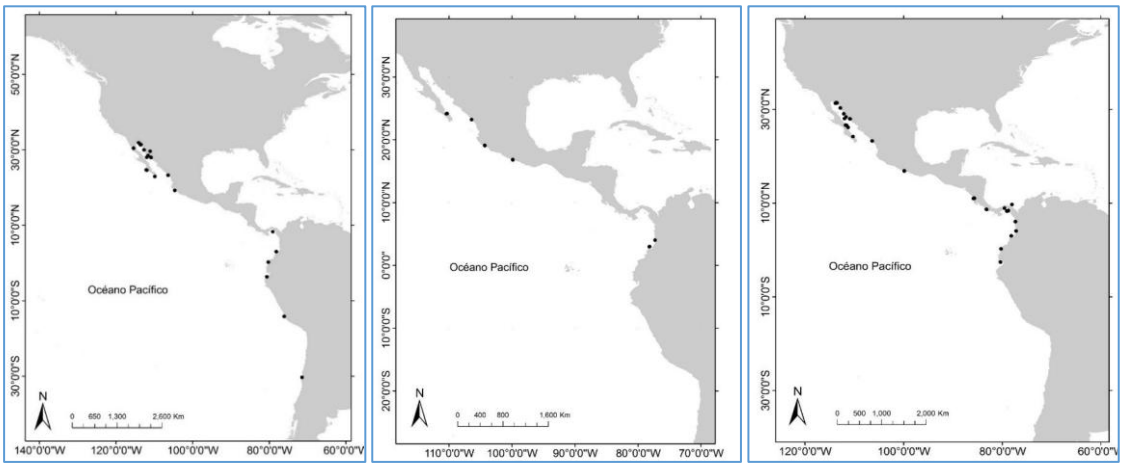


Figura 17. Mapas de registros de las almejas a) chocolata (Megapitaria squalida), b) roja (Megapitaria aurantiaca) y c) blanca (Dosinia ponderosa).

Estas almejas son especies que viven solo en ambiente marino presentando una movilidad prácticamente nula ya que solo pueden recorrer distancias cortas con ayuda del músculo del pie (Sartori 2008). Las almejas chocolata, roja y blanca habitan a profundidades de entre 1 y 15 m cerca a la costa (Poutiers 1995) y hasta los 120 m fuera de ésta (Singh et al. 1991, Poutiers 1995, Abbott, 1974, Linder, 1938). Estas especie están asociada a fondos arenosos o lodosos, enterrada en el sedimento (Baqueiro-Cárdenas 1979) y solo es visible cuando proyecta sus sifones al exterior de su concha (Castro-Ortiz y Tripp-Quezada 1992).

Ciclo de vida

La almeja chocolata es una especie longeva, pues se han encontrado organismos con una edad máxima hasta de 10 años (Aragón-Noriega, 2017), y presenta un crecimiento relativamente lento (Schweers et al. 2006, Tripp-Quezada 2008), con tallas máximas reportadas de 120 mm

de longitud de concha (Singh et al. 1991, Poutiers 1995). También se ha observado que el crecimiento de ésta almeja va disminuyendo conforme la especie presenta una mayor longitud de concha (Baqueiro y Stuardo 1977, Singh et al. 1991, Tripp-Quezada 2008). En promedio los ejemplares crecen a un ritmo de 3 a 5 mm por mes (Baqueiro y Stuardo 1977, Singh et al. 1991, Castro-Ortiz et al. 1992), aunque los ejemplares mayores presentan un crecimiento menor de hasta solo 0.6 mm mensuales (Baqueiro y Stuardo 1977).

La relación que hay entre la proporción de machos y hembras varía dependiendo la localidad, Romo et al. (2009) encontró una mayor proporción de hembras que de machos significativamente en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena y se presentó un inusual alto porcentaje de individuos hermafroditas (>15%), posiblemente como una táctica para asegurar el éxito reproductivo en condiciones de baja densidad poblacional; mientras que Villalejo-Fuerte et al. (2000) encontraron una relación 1:1 en el área de Loreto.

La almeja roja, blanca y chocolata presentan sexos separados y no presenta dimorfismo sexual, la relación que hay entre la proporción de machos y hembras es de 1:1 en el área de Bahía Concepción (Baqueiro y Stuardo 1997, Arreola 1997, Villalejo-Fuerte et al. 2000).

La fecundación se produce de forma externa. El huevo fecundado da lugar a una larva (véliger) que vivirá durante unas semanas a merced de las corrientes. Cuando alcanza una talla de entre un cuarto y un tercio de milímetro, baja al fondo para enterrarse e iniciar una metamorfosis en la que pierde el órgano natatorio y desarrolla branquias, pasando las valvas larvarias a convertirse en sus futuras conchas (**Figura 18).**

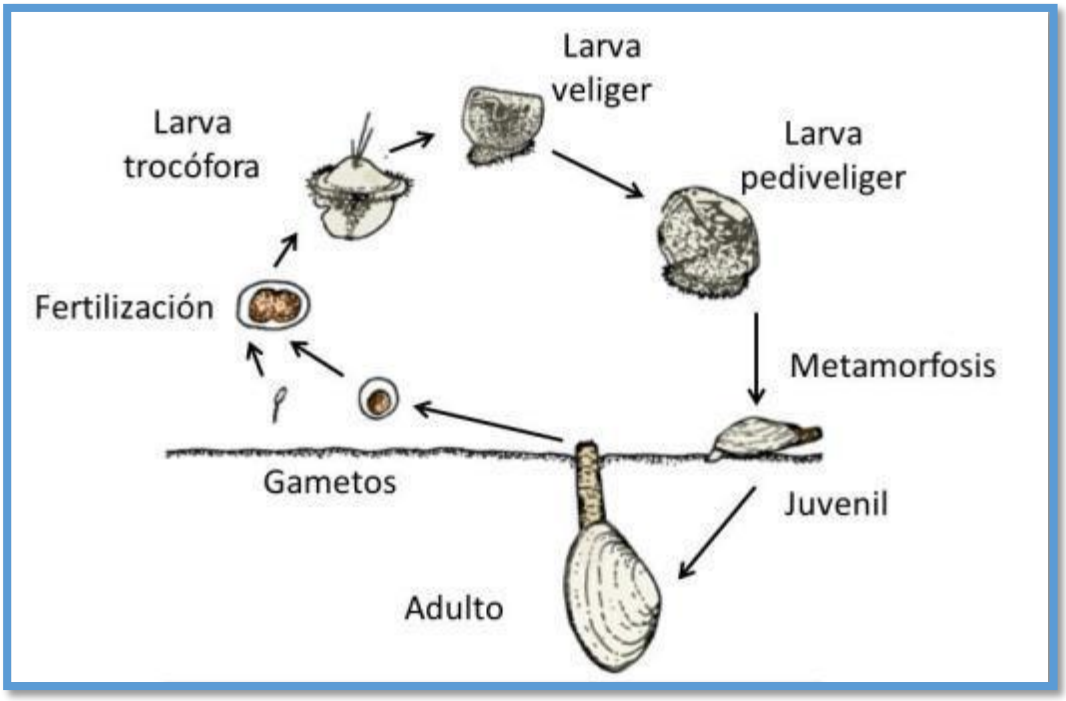


Figura 18. Esquema con el ciclo reproductivo de las almejas.

Reproducción

El ciclo reproductivo de la almeja chocolata, roja y blanca varia geográficamente, de acuerdo con las características fenotípicas de la especies, responden diferente a las variables ambientales en cada lugar (Porter 1964; Hesselman et al., 1989). El factor físico más importante en la regulación de la reproducción es la temperatura del agua (Arellano *et al*., 2006, Arreola, 1997).). El periodo reproductivo para almeja chocolate en el sitio de Ojo de Liebre, Baja California Sur, se da en la temporada de enero a agosto (Arellano *et al*., 2006), mientras que en Loreto (BCS) la reproducción se da durante todo el año (Villalejo-Fuerte *et al.*, 2000).

Los estudios del ciclo reproductivo de la almeja roja en México muestran que esta especie desova durante todo el año (Baqueiro y Sturado 1977; Garcia et al., 1994). La población de almeja roja en Espíritu Santo presenta dos picos reproductivos, el primero de Mayo a Noviembre y el segundo de Diciembre a Abril (Garcia et al 1994), mientras que la población de Zihuatanejo presenta picos de Octubre a Noviembre, y entre Febrero y Mayo (Baqueiro y Stuardo 1997).

Para almeja blanca el periodo reproductivo se presenta durante todo el año, aunque los picos más altos los presenta entre junio y octubre, tanto en Ixtapa como en Bahía Concepción (Arreola 1997; Baquiero y Aldana 2000).

M. squalida es una especie principalmente gonocorica, presenta sexos separados (Villalejo-Fuerte et al. 2000), aunque se pueden encontrar algunos organismos hermafroditas (Quiñones-Arreola 2003; Romo-Piñera et al., 2009). Esta almeja no presenta dimorfismo sexual (Arellano-Martínez et al. 2006).

Estudios realizados en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena encontraron que la talla de primera madurez para almeja chocolata es la misma para machos y hembras. Siendo en La Paz de 64.5 mm y 85 mm para Bahía Magdalena, aunque se pueden encontrar organismos en desarrollo gonádico desde tallas menores (Romo et al. 2011).

Esquema de manejo del recurso

La almeja chocolata café o negra y la almeja chocolata roja es como se encuentran agrupadas en la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012) dentro de la unidad pesquera de manejo “Almeja chocolata”. Esta pesquería se maneja a través de permisos de pesca comercial y cuotas. Este grupo no cuenta con una norma específica ni con un plan de manejo pesquero. La pesquería de estas especies se encuentra en su máximo sustentable (costa Oriental del Golfo de California) y algunas poblaciones se encuentran en deterioro (costa Occidental Baja California y Bahía Magdalena) (DOF, 2012).

Con respecto a este recurso la Carta Nacional Pesquera recomienda lo siguiente:

Veda del 1 de agosto al 31 de octubre. Talla mínima de captura de 64 mm (Golfo de California) y 80 mm (Bahía Magdalena) de longitud. La tasa de aprovechamiento será entre el 20% y el 25% de la población por arriba de la talla mínima.

Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón (2011) realizaron una evaluación del estado de la explotación de los recursos pesqueros en el país, en este artículo muestran diferentes tendencias de los recursos aprovechados (escama, abulón, tiburón, almejas, etc.) desde 1956 hasta el año 2009. Ellos engloban al grupo almejas varias especies de bivalvos, que pertenecen a las familias: Arcidae, Pectinidae, Spondylidae y Veneridae. Los autores catalogaron al grupo almejas en el estado de máximo aprovechamiento, aunque no se han realizado una evaluación por especie y para la zona norte de Sonora donde corresponde Puerto Libertad.

Una de las principales pesquerías que se han desarrollado en México en la última década es la de las almejas, esta actividad deja importantes derrames en las comunidades cuando se cierra la temporada de captura de las principales especies (Arellano-Martínez et al., 2006). En la mayoría de las especies de la familia Veneridae no tienen un historial oficial de pesca en el Golfo de California.

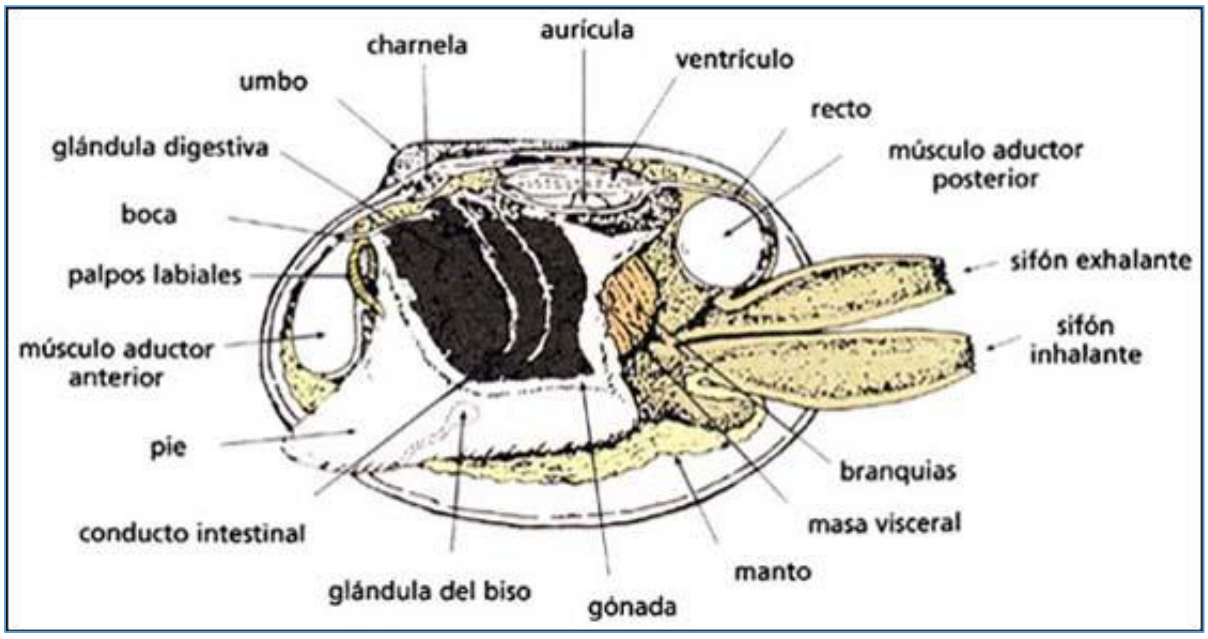


Figura 19. Anatomía del tejido blando interno de una almeja. En esta vista, se han retirado las laminillas superiores de las branquias para dejar ver el pie y demás tejidos adyacentes. Modificado a partir de Cesari y Pellizzato, 1990

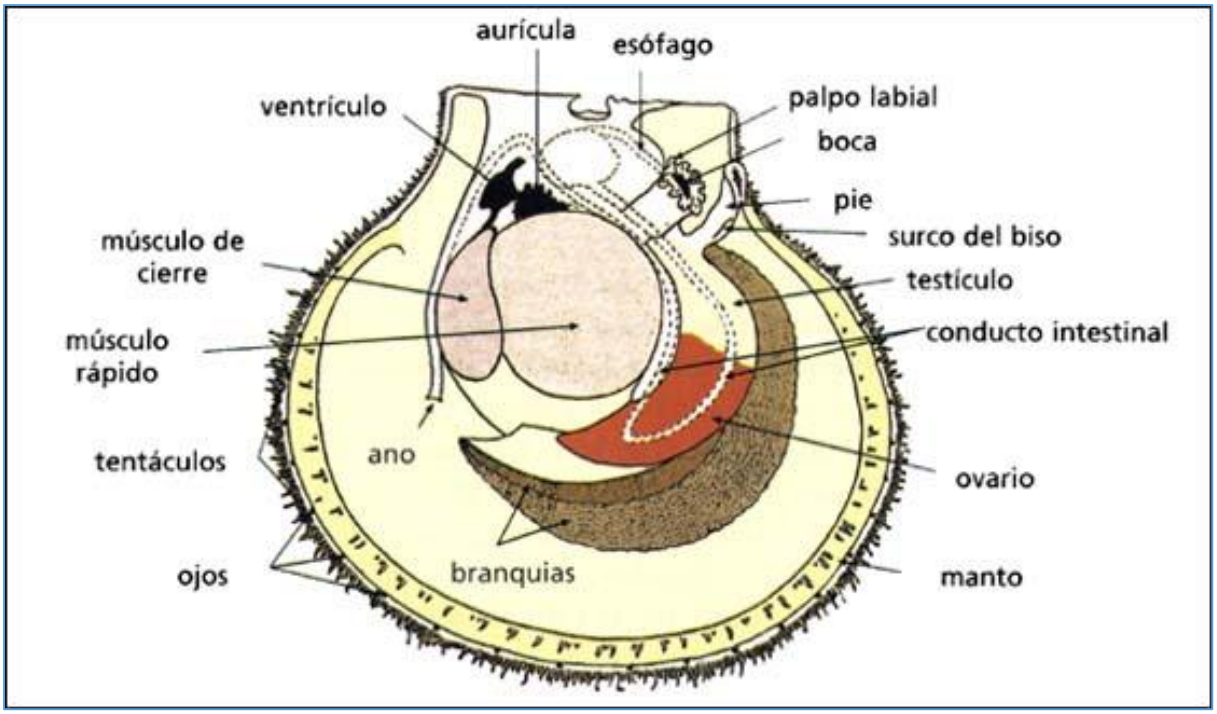


Figura 20. Anatomía del tejido blando interno de una almeja hermafrodita

La función principal del manto es segregar la concha pero también cumple otros propósitos, ya que posee una función sensorial y puede iniciar el cierre de las valvas como respuesta a condiciones desfavorables en el entorno. También puede controlar la entrada de agua en la cavidad corporal y además tiene función respiratoria. En especies como las vieiras, regula la entrada y salida de agua en la cavidad corporal y el movimiento del animal cuando nada.

Músculo aductor

Al retirar el manto se pueden ver las partes blandas del cuerpo, los músculos aductores en las especies dimiarias (almejas y mejillón) o un único músculo en las especies monomiarias (ostras y vieiras). En las almejas y mejillones los dos músculos aductores se encuentran cerca de los márgenes anterior y posterior de las valvas de la concha. En las ostras y vieiras el gran músculo único está ubicado en el centro. Los músculos cierran las valvas y actúan contra el ligamento y resilio, que activan el mecanismo de apertura de las valvas cuando el músculo se relaja. En las especies monomiarias se ven claramente las divisiones del músculo aductor. La gran porción anterior (estriada) del músculo se denomina «músculo rápido» y se contrae para cerrar las valvas; la porción más pequeña, la parte lisa, conocida como «músculo de cierre», mantiene las valvas en posición cuando se han cerrado o están parcialmente cerradas. Algunas especies que viven enterradas en el sustrato (p. ej. almejas) necesitan una presión externa para mantener las valvas cerradas ya que los músculos se debilitan y las valvas se abren si se mantiene a las almejas fuera del sustrato en el tanque.

Branquias

La prominencia de las branquias o ctenidios es una de las características importantes de los lamelibranquios. Se trata de órganos grandes en forma de hoja que se utilizan en parte para la respiración y en parte para filtrar el alimento del agua. Hay dos pares de branquias colocados a ambos lados del cuerpo. En el extremo anterior, hay dos pares de lenguas, llamados palpos labiales, que rodean la boca y facilitan la introducción de alimentos.

Pie

El pie se encuentra en la base de la masa visceral. En la almeja se trata de un órgano bien desarrollado que el animal utiliza para excavar en el sustrato y sujetarse. En las vieiras y el mejillón, el pie es bastante reducido y tiene escasa función en los adultos pero en las etapas de larva y juveniles es importante y se utiliza para la locomoción. En las ostras es un órgano rudimentario. En la parte central del pie hay una abertura desde la glándula bisal a través de la cual el animal segrega una sustancia filamentosa y elástica llamada «biso» con la que se puede adherir al sustrato. Esto es importante en especies como el mejillón y en algunas vieiras pues permite al animal sujetarse y mantener su posición.

Sistema digestivo

Las grandes branquias filtran el alimento del agua y lo dirigen hacia los palpos labiales donde se clasifica antes de pasar a la boca. Los bivalvos tienen la capacidad de seleccionar alimentos filtrados del agua. El bolo alimenticio, amalgamado por el moco, pasa a la boca y a veces es rechazado por los palpos y eliminado por el animal en forma de las denominadas «pseudoheces». También disponen de un esófago corto que une la boca y el estómago, un saco hueco con cámaras y varias aberturas. El estómago se halla totalmente rodeado por el divertículo digestivo (glándula), una oscura masa de tejido que muchas veces se denomina «hígado». Dentro del estómago hay una abertura que llega hasta un intestino muy curvo que se extiende hasta el pie en las almejas y hasta la gónada en las vieiras, para terminar en el recto y finalmente en el ano. Otra abertura del estómago conduce hasta un tubo cerrado parecido a un saco, que contiene un estilo cristalino. El estilo es un bastoncillo gelatinoso y claro de hasta 8 cm de longitud en algunas especies. Tiene un extremo redondeado y otro afilado. El extremo redondeado incide en la placa gástrica del estómago. Se cree que ayuda a mezclar los alimentos en el estómago y libera unas enzimas que facilitan la digestión. El estilo está compuesto de capas de mucoproteínas que liberan enzimas digestivas que convierten el almidón en azúcares digestibles. Si se mantiene a los bivalvos fuera del agua durante unas cuantas horas el estilo cristalino se reduce bastante y puede llegar a desaparecer, pero se reconstituye rápidamente una vez se vuelve a dejar al animal en el agua.

Sistema circulatorio

Los bivalvos tienen un sistema circulatorio simple que es bastante difícil de localizar. El corazón se halla en un saco transparente, el pericardio, cerca del músculo aductor en las especies monomiarias, y tiene dos aurículas de forma irregular y un ventrículo. La aorta anterior y posterior salen del ventrículo y llevan la sangre a todo el cuerpo. El sistema venoso consta de una serie vaga de senos de pared fina a través de los cuales vuelve la sangre al corazón.

Sistema nervioso

Es difícil observar el sistema nervioso sin contar con preparación especial. Esencialmente consta de tres pares de ganglios con conectivos (ganglios cerebrales, pedios y viscerales).

Sistema urogenital

Los sexos de los bivalvos suelen estar separados (dioicos) o ser hermafroditas (monoicos). La gónada puede estar visible y ser un órgano bien definido, como en el caso de las vieiras, u ocupar una porción importante de la masa visceral, como en el caso de las almejas. En las ostras la gónada sólo es visible durante la estación reproductora cuando llega a ocupar hasta el 50% del volumen del cuerpo. En algunas especies, como la vieira, los sexos se pueden distinguir a simple vista cuando la gónada está llena, ya que la gónada masculina es blanca y la femenina roja, incluso en las especies hermafroditas. En algunas especies como el mejillón, se puede distinguir los sexos por el color de la gónada. En otras especies, se necesita examinar la gónada bajo el microscopio para determinar el sexo del animal. Puede darse un pequeño grado de hermafroditismo en las especies dioicas.

Es posible que exista protandría e inversión de sexos en los bivalvos. En algunas especies se observa una preponderancia de machos en los animales más pequeños, lo que indica que el desarrollo sexual de los machos ocurre antes que el de las hembras o que algunos animales crecen como machos primero y luego cambian a hembras cuando son más grandes. En algunas especies, p. ej., la ostra europea, *Ostrea edulis*, el animal puede desovar primero como macho en un ciclo, rellenar la gónada con óvulos y desovar una segunda vez como hembra.

El sistema renal es difícil de observar en algunos bivalvos pero es visible en especies como la vieira que tienen dos riñones pequeños, de color pardo y en forma de saco, apretados contra la parte anterior del músculo aductor. Los riñones vacían en la cavidad paleal a través de grandes hendiduras. En las vieiras, los óvulos y esperma de las gónadas son expulsados a través de los conductos hacia la luz del riñón y luego pasan a la cavidad paleal.

CICLO VITAL

Desarrollo gonadal y desove

En la mayoría de los bivalvos, la madurez sexual depende del tamaño del animal más que de su edad, y el tamaño que alcanzan en la madurez sexual varía de una especie a otra y según la

distribución geográfica. La producción de óvulos y esperma es un proceso denominado gametogénesis, cuyo inicio depende de varios factores, como el tamaño del bivalvo, la temperatura y la cantidad y calidad de alimento que recibe. La gónada está compuesta por conductos ciliados ramificados desde donde se abren numerosos sacos o folículos. La proliferación de las células germinales que recubren la pared del folículo da lugar a los gametos. Aunque el desarrollo de la gónada es un proceso continuo, se pueden distinguir varias fases descriptivas; descanso, desarrollo, madurez, desove parcial y desove completo. Cuando las gónadas o el tejido gonadal han alcanzado la plena madurez, son fáciles de ver y ocupan gran parte del cuerpo blando del animal. Los gonaductos que transportan los gametos hasta la cavidad corporal se desarrollan, aumentan de tamaño y se pueden observar a simple vista en la gónada.

Se han empleado varios métodos en los bivalvos para determinar el momento en que alcanzan la madurez y están listos para desovar. El método más preciso consiste en cortar secciones histológicas de la gónada (Ilustración 10), pero es costoso, lleva mucho tiempo y requiere el sacrificio del animal. La técnica alternativa, utilizada con más frecuencia, es la de tomar un frotis de la gónada o extraer pequeñas muestras de las gónadas de varios individuos y observarlas bajo el microscopio. En la vieira, a veces se utiliza el índice gonadal (peso de la gónada dividido por el peso de las partes blandas, multiplicado por 100). Generalmente en los criaderos se sigue una rutina estricta para preparar a los adultos para el desove y la mayoría de los técnicos de criadero aprenden enseguida a reconocer cuándo ha alcanzado el animal la madurez y está listo para el desove con un examen macroscópico de la gónada.

A veces se utiliza el término «virgen» para referirse a aquellos bivalvos que han alcanzado el tamaño de madurez sexual y desovan por primera vez. Aunque estos animales alcanzan la madurez sexual, el número de gametos producidos es limitado y a veces no todos son viables. Durante las puestas posteriores el número de gametos producidos aumentará considerablemente.

El período de desove en poblaciones naturales varía según la especie y situación geográfica. Existen varios factores ambientales que pueden inducir el desove, de los cuales cabe mencionar la temperatura, los estímulos químicos y físicos, las corrientes de agua o una combinación de éstos y otros factores. La presencia de esperma en el agua a menudo estimula el desove de animales de la misma especie. En ambientes tropicales, algunas especies de bivalvos mantienen sus gametos maduros durante todo el año y desovan cantidades limitadas durante los doce meses. En las zonas templadas, la puesta suele estar limitada a un período concreto del año. Muchos bivalvos desovan en masa, y el período de puesta es muy corto, durante el que expulsan casi todo el contenido de la gónada. Otras especies de bivalvos desovan durante más tiempo, incluso durante varias semanas, y se les conoce como «desovadores parciales», ya que van liberando unos cuantos gametos durante un período más

largo, con uno o dos valores máximos durante ese tiempo. En otras especies puede haber más de un desove bien diferenciado al año, mientras que en las especies hermafroditas, el esperma se expulsa antes o después de los óvulos, minimizando así la posibilidad de autofecundación.

En la mayoría de las especies de bivalvos de interés comercial, los gametos se expulsan al medio exterior, donde tiene lugar la fecundación. El esperma es expulsado a través de la abertura o sifón exhalante en un chorro fino y constante. La expulsión de los óvulos es más intermitente y se emiten en nubes desde la abertura exhalante o sifón. En especies como las vieiras o las ostras, las hembras baten las valvas para expulsar los óvulos, despegando así los que se han quedado adheridos a las branquias. En muchas especies, las gónadas se encuentran vacías después del desove y es imposible distinguir a simple vista el sexo de cada individuo. Se conoce esta fase como la de descanso. En los desovadores parciales, puede que la gónada nunca llegue a vaciarse del todo.

Algunos bivalvos, por ejemplo la ostra plana, son larvíparos y las primeras fases del desarrollo larvario tienen lugar dentro de la cámara inhalante de la cavidad paleal cuando la ostra se encuentra en la fase de hembra. Durante el desove, los óvulos pasan a través de las branquias y se retienen dentro de la cavidad paleal. El esperma se recibe a través de la abertura inhalante. El tiempo de retención de las larvas en la cavidad paleal y el tiempo posterior que les queda de vivir libres en las aguas superficiales, varía según la especie. En algunos géneros, p. ej. *Tiostrea*, las larvas pueden formar parte del plancton durante un día.

A veces puede ocurrir que no haya desoves durante varios años, sobre todo en las zonas templadas. Esto puede deberse a varios factores, pero probablemente esté relacionado con la temperatura del agua, quizás demasiado baja para estimular el desove. Cuando esto ocurre en la ostra, a veces los óvulos y el esperma se reabsorben en el tejido gonadal, se degradan y luego se almacenan en forma de glucógeno. En almejas y vieiras, la gónada puede permanecer en estado maduro hasta el año siguiente.

Desarrollo embrionario y larvario

Estos temas se tratarán con más detalle en secciones posteriores, pero en este apartado se ofrece una breve descripción. El desarrollo larvario se da de forma similar en la cavidad paleal de la hembra y en el medio abierto.

Los huevos sufren una división meiótica durante la fecundación, reduciéndose el número de cromosomas a un número haploide, antes de la fusión de los pronúcleos masculinos y femeninos para formar el cigoto. Durante la división meiótica se liberan dos cuerpos polares, que al hacerse visibles nos indican que se ha conseguido la fecundación. La división celular comienza y antes de que transcurran treinta minutos desde la fecundación, el huevo se divide en dos células. Dado que los huevos pesan más que el agua, se hunden hasta el fondo del tanque donde continúa la división celular.

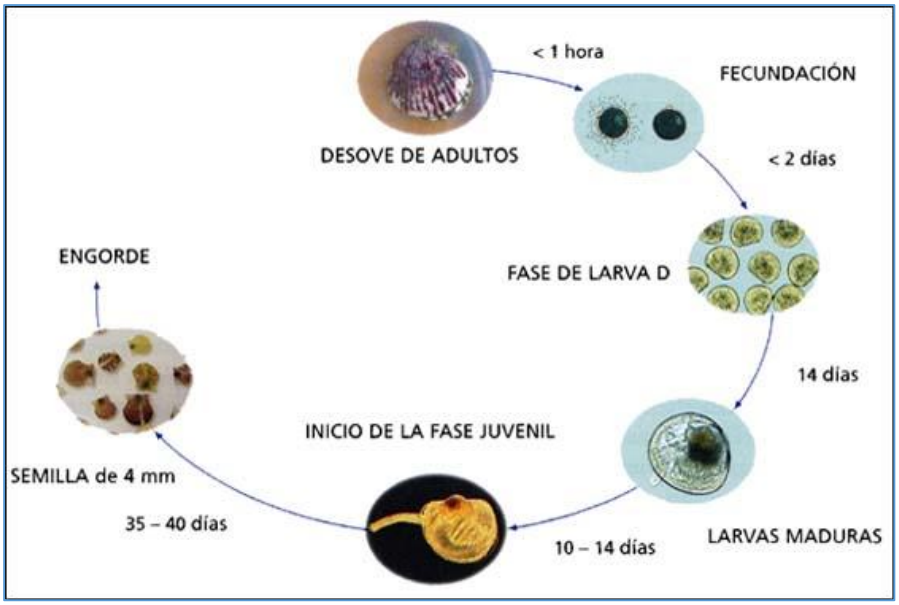


Figura 21. Representación de las etapas de desarrollo del género Argopecten, dentro de un criadero.

La duración del intervalo entre las distintas etapas se indica en horas o días para esta especie en particular y puede ser diferente en otras especies de bivalvos**.**

El tiempo necesario para el desarrollo larvario y embrionario varía según la especie y la temperatura. En un período de 24 horas el huevo fecundado pasa por las fases multicelulares de blástula y gástrula y en las 12 horas siguientes se convierte en una trocófora con motilidad. Las trocóforas son de forma ovalada, de un tamaño de 60-80 µm y disponen de una fila de cilios alrededor del centro con un largo flagelo apical que facilita la natación. La fase larvaria inicial es conocida como la fase de charnela recta, «D» o Prodisoconcha I. La longitud de la concha en la fase inicial de la charnela recta varía según la especie pero generalmente mide 80-100 µm (más en ostras larvíparas). La larva tiene dos valvas, un sistema digestivo completo y un velo. El velo es un órgano circular que sólo se encuentra en las larvas de los bivalvos y puede sobresalir de las valvas. Gracias a los cilios que se encuentran a lo largo del margen exterior, las larvas pueden nadar para mantenerse en la columna de agua. Cuando la larva nada en la columna de agua toma fitoplancton a través del velo para alimentarse. Las larvas nadan, se alimentan, y crecen y en siete días desarrollan unas protuberancias, llamadas umbos, en la concha cerca de la charnela. Conforme crecen las larvas, los umbos sobresalen más aún, encontrándose ya las larvas en la fase umbonada o Prodisoconcha II. En esta fase, las larvas tienen formas diferenciadas y con práctica es posible identificar las distintas especies de bivalvos entre el plancton. Esta identificación ha sido utilizada por los biólogos para prever la fijación de las ostras en el medio natural y utilizarlo posteriormente en las explotaciones. La duración de la fase larvaria varía, dependiendo de la especie o de determinados factores ambientales como la temperatura, pero oscila entre los 18 y 30 días. Al alcanzar la madurez, la larva mide entre 200 y 330 µm, según la especie.

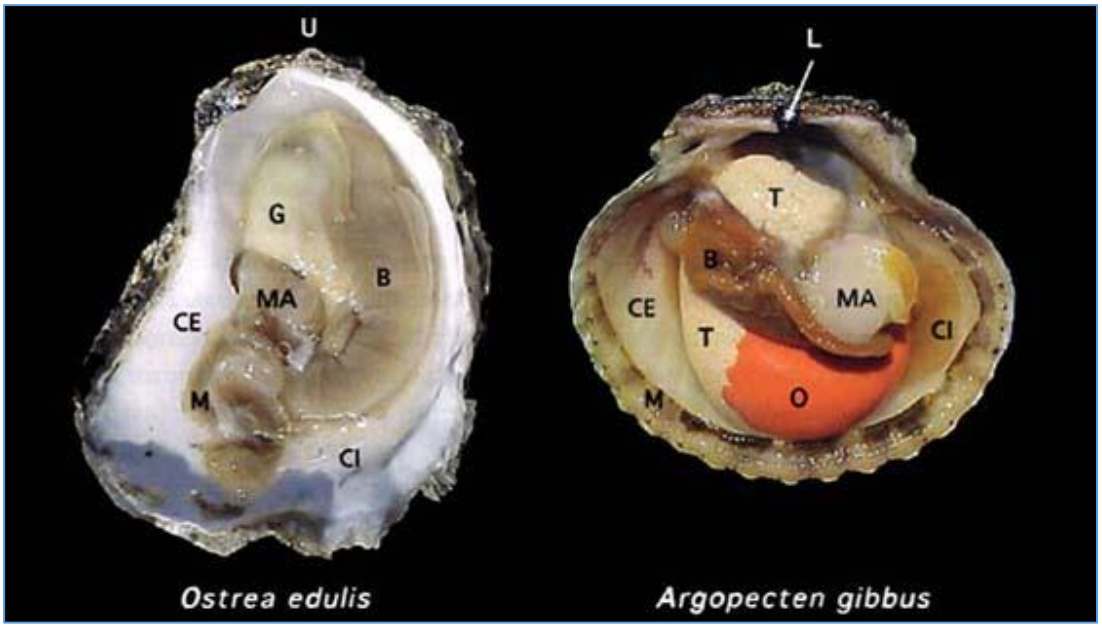


Figura 22. Anatomía del tejido blando de la ostra plana, Ostrea edulis, y de la vieira Calico, Argopecten gibbus, visible después de haber retirado una de las valvas de la concha. MA - músculo aductor; B - branquias; G - gónada (diferenciada en O - ovario y T - t

Cuando las larvas están a punto de alcanzar la madurez, desarrollan un pie y branquias rudimentarias, y aparece una pequeña mancha oscura circular, la mancha ocular, cerca del centro de cada valva en algunas especies. Entre períodos de actividad natatoria, las larvas se asientan y utilizan el pie para arrastrarse sobre el sustrato. Cuando localiza un sustrato adecuado, la larva está ya preparada para la metamorfosis y para comenzar su existencia bentónica. Las larvas maduras de las ostras segregan una pequeña gota de cemento en una glándula del pie, se vuelcan y colocan la valva izquierda sobre el cemento. Permanecen adheridas en esta posición durante el resto de sus vidas. En otras especies, la larva segrega un biso desde la glándula bisal del pie, que sirve de sujeción temporal para adherirse al sustrato, como preparación para la metamorfosis.

Metamorfosis

La metamorfosis es un momento crítico en el desarrollo de los bivalvos, pues el animal deja su actividad natatoria y planctónica para llevar una existencia sedentaria y bentónica. Puede haber mortalidades importantes en este tiempo, tanto en la naturaleza como en el criadero. Este tema se analiza con más detalle en una sección posterior, pero merece especial atención ya que es un aspecto importante de la producción de bivalvos juveniles en el criadero.

Alimentación

Los bivalvos filtran su alimento, principalmente organismos vegetales microscópicos llamados fitoplancton. En los juveniles y adultos, los ctenidios, o branquias, están bien desarrollados y ejercen la doble función de alimentación y respiración. Los ctenidios están cubiertos de cilios

-diminutos filamentos vibradores- cuyos latidos concertados, y a menudo coordinados, inducen una corriente de agua. Cuando descansan o se encuentran en un sustrato, el animal absorbe el agua a través de la abertura o sifón inhalante, que pasa por las branquias y luego vuelve al medio a través de la abertura o sifón exhalante. Las branquias recogen plancton y lo pegan a la mucosa. Gracias al latido de los cilios, los filamentos de mucosa cargados de alimento pasan por unos surcos especiales en las branquias hacia el interior hasta los palpos labiales que dirigen el alimento a la boca y lo introducen. Los bivalvos pueden seleccionar parte del alimento y periódicamente los palpos rechazan pequeñas masas de alimento, las pseudoheces, expulsándolas de la cavidad paleal, a menudo por un batido vigoroso de las valvas.

El alimento óptimo de los bivalvos sigue siendo una incógnita pero indudablemente el fitoplancton constituye la parte principal de la dieta. Otras fuentes de alimentación pueden ser importantes, como las finas partículas de materia orgánica muerta (detritus) con bacterias asociadas y materia orgánica disuelta.

Crecimiento

Sólo se pueden hacer comentarios generales sobre el crecimiento de juveniles y adultos ya que varía mucho según la especie, la distribución geográfica, el clima, y el lugar en las zonas submareales o intermareales. También existen diferencias entre individuos y su composición genética. El crecimiento puede variar enormemente de un año a otro y en las zonas templadas existen patrones estacionales de crecimiento.

Se pueden utilizar distintos métodos para medir el crecimiento de bivalvos, entre ellos, los incrementos de longitud o altura de la concha, los incrementos del peso total o de la parte blanda, o una combinación de todos ellos. En las zonas tropicales, el crecimiento puede variar según la estación, siendo más rápido durante o después de las épocas de lluvias cuando hay mayor aporte de nutrientes al océano provocando un aumento en la producción de fitoplancton. En las zonas templadas, el crecimiento suele ser rápido en primavera y verano cuando hay abundancia de alimentación y la temperatura del agua es más elevada. El crecimiento prácticamente cesa en invierno, formándose las marcas anuales en la concha. Estas marcas de invierno se han utilizado para determinar la edad de algunos bivalvos. Mientras que algunas especies tienen una vida muy corta, otras pueden vivir durante más de 150 años.

En explotaciones de cultivo, las consideraciones importantes a tener en cuenta en el crecimiento de los bivalvos, son el tiempo que tardan en alcanzar la madurez sexual y la talla comercial. El objetivo en la producción de bivalvos es cultivar cuanto antes los bivalvos hasta su talla comercial, para así optimizar la rentabilidad de la explotación.

Mortalidad

Cuando están en las fases larvaria, juvenil y adulta, la mortalidad de los bivalvos puede estar originada por una gran variedad de causas, de origen biológico o ambiental. El tema es demasiado extenso para tratarlo en detalle en esta publicación pero se ofrece un breve resumen para resaltar algunos puntos de relevancia que pueden ser importantes en el funcionamiento del criadero.

El medio físico puede provocar mortalidades importantes de bivalvos en las tres fases. Las temperaturas demasiado elevadas, los períodos prolongados de temperaturas bajas y los cambios bruscos de temperatura pueden ser letales para los bivalvos. Las condiciones extremas de salinidad, sobre todo de baja salinidad después de períodos de lluvias fuertes o escorrentía del deshielo de nieve, también pueden provocar grandes mortalidades. Las colmataciones fuertes pueden sofocar y matar a juveniles y adultos.

La contaminación, sobre todo industrial, también puede originar grandes mortalidades. Tanto la contaminación industrial como la doméstica pueden ser problemáticas para el funcionamiento del criadero y deben evitarse. La contaminación doméstica puede acrecentar las cargas orgánicas y bacterianas en el agua ya que se vierten muchos materiales potencialmente tóxicos. Poco se sabe de los efectos combinados de los niveles subletales del amplio rango de compuestos orgánicos y organometálicos de origen antrópico que pueden estar presentes en estos efluentes.

Los bivalvos en las fases larvaria, juvenil y adulta sufren la depredación de una gran variedad de animales que pueden provocar mortalidades serias. En el medio natural los animales que se alimentan de plancton probablemente consumen grandes cantidades de larvas. En el criadero la depredación no suele ser un problema, ya que se utiliza agua filtrada y se eliminan a los depredadores.

Los bivalvos hospedan parásitos que pueden provocar mortalidades, sobre todo en la fase adulta. Las lombrices perforadoras de concha, *Polydora* sp., y las esponjas excavan en las conchas y las debilitan, provocando la muerte del bivalvo.

Probablemente la mayor causa de mortalidad, particularmente entre larvas y juveniles, son las enfermedades. Se ha hecho un gran esfuerzo para investigar las enfermedades de los bivalvos y el desarrollo de métodos para controlarlas.

Las enfermedades pueden ser devastadoras para los bivalvos adultos como hemos visto por las grandes mortandades de algunas poblaciones del mundo. A continuación se mencionan algunos ejemplos:

Dermocystidium:
Enfermedad fúngica de los bivalvos provocada por *Perkinsus marinus*;

Enfermedad de la bahía de Delaware (MSX):

Infección por el protozoo haplosporidio, *Haplosporidium (Minchinia) nelsoni*;

Haplosporidiosis:
Infección por el protozoo haplosporidio, *Haplosporidium costale*, (que, junto con *H. nelsoni,* ha diezmado las grandes poblaciones de la ostra americana en la costa atlántica de los EE.UU. y ahora se propaga hacia el Norte, hacia la costa atlántica de Canadá).

Marteiliosis:
Infección por el protozoo, *Marteilia refringens*;

Bonamiasis:
Enfermedad provocada por el parásito microcelular, *Bonamia ostreae*;
(La Marteiliosis y la Bonamiasis han provocado la práctica totalidad de las mortandades de ostra europea en algunas zonas de Europa).

A pesar de todo el trabajo que se ha realizado para estudiar estas enfermedades, no se ha desarrollado ningún método práctico para controlarlas y restaurar las poblaciones de ostras a los niveles anteriores. Debido a la gravedad de estas enfermedades, hay que extremar las precauciones cuando se transportan bivalvos adultos a un criadero.

Los brotes de enfermedades en los criaderos pueden estar provocados por bacterias en vez de protozoos, estando éstas presentes en los cultivos de algas y de larvas en mayor o menor grado. De hecho, las bacterias llegan a formar una parte importante de la dieta de las larvas, aunque puede ocurrir que de forma periódica mueran grandes grupos de larvas, perdiéndose el cultivo entero. Los recuentos elevados de bacterias casi siempre están asociados a grandes mortalidades. Las bacterias pueden provocar mortalidades o simplemente pueden estar presentes como bacterias oportunistas, o saprofíticas, que se alimentan de larvas moribundas. Las bacterias que provocan enfermedades pertenecen principalmente al género *Vibrio* sp. y es necesario tomar grandes precauciones para evitar epidemias en el criadero. El mejor método para prevenir estas epidemias es seguir unas normas estrictas de higiene y asegurarse de que las larvas reciban una alimentación correcta de alta calidad, inspeccionándolas regularmente. Si se detecta el brote de una enfermedad o se sospecha de una, será necesario esterilizar los tanques y todo el equipamiento con una solución de lejía y después aclararlos bien con agua dulce. Para proteger a las larvas de una mayor contaminación, es recomendable utilizar agua de mar, irradiada con UV o tratada con ozono. Se desaconseja la utilización de antibióticos para controlar las enfermedades en los criaderos ya que son caros y elevan los costes de funcionamiento. Además si llega a desarrollarse una cepa de bacterias resistentes a los antibióticos, los problemas de enfermedades se agravarían en el futuro.

II.4.2. Descripción de obras principales del proyecto

Criterios de selección del sitio.

Ambientales

El sitio del proyecto se seleccionó por razones ambientales principalmente por la calidad del agua, la riqueza biológica debido a la alta productividad debida principalmente a que Bahía Magdalena es un complejo lagunar con una superficie de 1,390 km^2 de agua rodeada de 4 islas y 24,000 ha de manglares que aporta una enorme cantidad de materia orgánica cuya descomposición da origen a compuestos nitrogenados que a su vez favorece el desarrollo de abundante fitoplancton, principal alimento, junto con la materia orgánica particulada, de los bivalvos filtradores que se pretenden cultivar. Otra razón es porque la batimetría del sitio de 0 a -12 m permite la colocación de las artes de cultivo desde la zona intermareal hasta la profundidad óptima para la mano de león y almeja generosa.

El Sistema de Canales constituye la parte septentrional del complejo lagunar denominado Bahía Magdalena-Almejas. Cuenta con un área aproximada de 14,200 ha y forma parte del mayor ecosistema de humedales en la costa oeste de la península de Baja California (Morgan et al., 2005) y se clasifica dentro de la zona de transición templada tropical (Norton et al., 1985). Este sistema lagunar ha sido frecuentemente considerado como la frontera entre las condiciones templadas de la Corriente de California (CC) y el área subtropical (Parrish et al., 1981). La región también se ha reconocido como el límite sur de distribución geográfica de numerosas especies de afinidad templada, incluyendo invertebrados de aguas someras (Brusca & Wallerstein, 1979). Desde el punto de vista ecológico, Bahía Magdalena-Almejas es considerada como un Centro de Actividad Biológica (BAC), presentando hasta cuatro veces la productividad primaria y secundaria de otras áreas costeras del Pacífico peninsular (Nienhuis & Guerrero-Caballero, 1985; Gárate- Lizárraga et al., 2000; Lluch-Belda et al., 2000). Este atributo permite la existencia de altas densidades de especies de importancia comercial y ecológica, que tienden a transitar hacia ecosistemas aledaños (Lluch-Belda et al., 2000).

La distribución espacial de la temperatura en el sistema lagunar está asociada al balance entre los procesos de intercambio de calor y a los efectos del forzamiento hidrodinámico a través de las bocas del sistema lagunar (Sánchez-Montante et al., 2007). Asimismo, los estudios ecológicos lo identifican como un sistema antiestuarino de alta salinidad (34.5-37) con bajas precipitaciones, ~ 14 mm promedio anual (Álvarez-Borrego et al., 1975; Sánchez-Montante et al., 2007). La productividad primaria y la concentración de clorofila es alta en la superficie, durante el primer semestre del año (0.31 g C m^{-2} d^{-1}, y 4.5 mg Chl a m^{-3}, respectivamente) y baja en la segunda mitad (0.08 g C m^{-2} d^{-1}, y 0.36 mg Chl a m^{-3}) (Martínez-López & Verdugo-Díaz, 2000). Sobre la plataforma continental del océano adyacente (Zaytsev et al. (2002; 2007) registraron dos escenarios dinámicos: 1) de enero a junio la intensificación de los vientos del noroeste establece una corriente costera predominante hacia el ecuador

(Corriente de California); y 2) de agosto a noviembre se establece la prevalencia de la contracorriente hacia los polos, causada por el debilitamiento de la fuerza del viento y de la Corriente de California. Otros factores que influyen en esta área son: el efecto combinado de la surgencia costera con mayor influencia de marzo a junio (50 a 300 m^{-3} $s^{-1)}$ y la dinámica de las mareas y la mezcla turbulenta que proporcionan el mecanismo de transporte principal de materia orgánica disuelta y particulada, así como de nutrientes con altas concentraciones durante el flujo y bajas durante el reflujo (Guerrero-Godínez et al., 1988); lo contrario sucede con la salinidad y la clorofila a.

En relación a los niveles de la cadena trófica que caracterizan la estructura y función de la trama alimentaria de Bahía Magdalena, de los flujos de biomasa total del sistema y la eficiencia de transferencia promedio entre niveles tróficos, una fracción alta de los flujos totales se destina para el mantenimiento de la estructura de la red trófica, sólo hay 20% de las conexiones totales posibles en la trama alimentaria. Los productores primarios bentónicos y los detritos contribuyen 53% al total de la ascendencia

Como se verá en el capítulo IV la parte oceánica y plataforma continental del complejo lagunar, y la hidrografía de la parte interna de Bahía Magdalena da lugar a procesos oceanográficos de interacción entre ambos ecosistemas que ocurren a través de la boca principal de Bahía Magdalena y la zona de canales donde se encuentran una llanura costera formada por sedimentos fluvio-deltáicos, de varios arroyos que drenan en las riberas de los esteros. El sistema lagunar, se comunica con el océano Pacifico en la zona de canales mediante tres bocas: a) la boca natural denominada “La Soledad”, al suroeste, b) Boca Santo Domingo en la parte central y c) boca Las Animas al noroeste, estos procesos influyen y modulan las condiciones ambientales, el transporte de plancton y nécton y patrones de circulación de corrientes entre la porción marina adyacente y la parte interna del complejo lagunar, desde los procesos oceánicos de la porción sureña de la Corriente de California a eventos de pequeña escala espacio-temporal como la formación de frentes de la cuenca profunda de Bahía Magdalena.

Geográficos

La ubicación cuerpo de agua del predio del Polígono 1 se encuentra estratégicamente localizado sobre la parte somera del canal San Vicente que registra quince metros en su parte más profunda que da lugar a un intercambio dinámico del agua y el acarreo de alimento y oxigeno con una velocidad de 0.25 cm/s que garantiza el crecimiento de los organismos, el Polígono 2 se encuentra en una ensenada de aguas someras en la zona donde la circulación se mantiene dinámica y evita que se acumule el fango en el fondo.

Mientras que el Polígono 3 se encuentra en las proximidades de la boca de La Soledad lo que permite la formación de corrientes de mareas que constantemente hacen circular el agua tanto de la parte interna como de aguas oceánicas.

Viabilidad Técnico - Económica

Los tres sitios fueron seleccionados en base a los siguientes criterios:

a) La presencia natural de moluscos bivalvos y otros filtradores en las inmediaciones de La Palizada y Las Botellas.

b) Debido a la extracción comercial de bivalvos y otros filtradores en todo el sistema, se ha observado un exceso de materia orgánica particulada flotante, lo cual ofrece una fuente constante de alimento.

c) La proximidad a la comunidad donde residen los acuicultores permite una vigilancia constante y eficiente, así como un ahorro energético en los traslados al área de trabajo.

d) La proximidad del sitio del proyecto a la isla Santo Domingo, que tiene forma de barra, le proporciona una protección natural contra vientos y oleajes. Esto facilita la utilización de sistemas de anclaje y flotación simples y poco invasivos

e) Gracias a la proximidad del sitio del proyecto a las bocas centrales del complejo lagunar de Magdalena – Almejas, las corrientes de marea en la zona son ideales para el intercambio de agua, así como para mantener niveles óptimos de oxígeno y alimento



Foto de Polígono 1 al fondo la isla de Sto. Domingo



Foto líneas de cultivo en el Polígono 1

Figura 23a. correspondiente a los Polígonos 1 y 2, mostrando las condiciones del canal de San Vicente, la isla Santo Domingo al Oeste y la zona de manglares en la ribera Este.



Figura 23. Fotografía del predio del Polígono 2 donde se aprecia las condiciones del canal de entrada a la ensenada.



Figura 24. Vista del predio del Polígono 3 que es un área con un mayor resguardo a las variables climáticas



Figura 25. Vista del predio del Polígono 2 que es un área donde se aprecian algunos cilindros empleados en la fase de pre engorda.

Colecta de reproductores.

No se prevé la colecta de reproductores del entorno natural, ya que se contará principalmente con el suministro directo de semilla de ostión, almeja mano de león y callo de hacha de laboratorios ubicados en la ciudad de La Paz.

En el futuro, se planea solicitar un permiso para la recolección de reproductores de especies nativas del entorno natural mediante el trámite CONAPESCA-01-009. Esto permitirá celebrar convenios con los laboratorios a los que se abastecerá de estos organismos, asegurando así la entrega de semilla para la pre-engorda.

Condiciones y mecanismos de abasto de insumos y materias primas

La semilla será producida en las instalaciones del CIBNOR y Acuacultura Robles en La Paz, B. C. S., de donde se adquieren comercialmente. En todos los casos la semilla se transportará en hieleras en vehículos en su traslado desde el laboratorio y en hieleras en las lanchas al sitio de cultivo cuyo trayecto no deberá durar más de 4 horas.

Descripción técnica del proyecto.

Abasto de semilla.

Para las especies nativas se seleccionarán aquellas empresas que produzcan semillas provenientes de los organismos reproductores producto de la pesca comercial que se desarrolla por productores autorizados por la CONAPESCA en la zona de Bahía Magdalena – Bahía Almejas y sus canales, para evitar traer semilla de otras zonas. Después de una inspección para checar sus optimo estado de salud e integridad de las semillas se trasladarán

en hieleras a los campos de cultivo.

Artes de cultivo y metodologías

Pre engorda

Para la siembra y pre-engorda se utilizarán unidades compuestas de cuatro líneas de 100 metros de longitud, ancladas en sus extremos y orientadas de norte a sur, perpendiculares a la dinámica de las corrientes del sitio. Se colocará la semilla en cilindros construidos con malla plástica de 1 milímetro de luz, con una densidad inicial de 20,000 organismos por módulo.

Durante su primera semana en el sitio, las semillas se colocarán en una línea separada en cuarentena como medida sanitaria inicial en campo. Después de esa semana, se integrarán con las demás. Cada tres o cuatro días, las semillas se lavarán durante un periodo de dos semanas. Posteriormente, se retirarán del cilindro de malla de 1 milímetro, se tamizarán y se transferirán a un cilindro de malla de 1.5 milímetros, reduciendo la densidad a 10,000 piezas por cilindro.

Después de tres a cuatro semanas, se tamizarán nuevamente y se trasladarán al siguiente cilindro de malla de 3 milímetros, con una densidad de 5,000 piezas por cilindro. Permanecerán allí por un mes o cinco semanas, dependiendo de la época del año, hasta alcanzar la talla de engorda. En esta etapa, la mayoría se transferirá a bolsas de malla de 9 milímetros y un menor número a bolsas de malla de 14 milímetros. En este tamaño, la semilla cambia su nombre a ostrilla.



Figura 26. Fotografía de la semilla de ostión de 3 mm

Cuando se observa que la semilla está creciendo más lentamente, lo cual ocurre en aproximadamente el 25% de los organismos, o si se nota que es más pequeña, se coloca en bolsas de 6 mm para liberar los cilindros de 1.5 mm y tenerlos preparados para la próxima siembra con un nuevo lote de semilla, repitiendo el mismo proceso ya descrito.

Se programa una siembra mensual para Crassostrea gigas, utilizando entre 300,000 y 400,000

semillas por siembra (de 15 a 20 cilindros), dado que el abasto es limitado debido a la baja producción en el mercado local.

La meta anual de siembra es de 4,200,000 semillas, con una expectativa de supervivencia del 75% y de acuerdo a la experiencia el 50% de los organismos alcanzan la talla comercial de 3 a 4 ½ pulgadas (7.62 a 11.43 cm**)** en un periodo de 13 meses.

Dimensiones de las artes de cultivo

El cilindro de malla mide 1.5 m de largo con un diámetro de 30 cm, los cuales se sujetan a la línea madre en la parte superior.



Figura 27. Cilindro de malla plástica de 1.5 m de largo con un diámetro de 30 cm

Las dimensiones típicas de la bolsa de malla (**Fig. 28**) para el cultivo de ostiones pueden variar, pero generalmente se utilizan bolsas de aproximadamente 1.20 metros de ancho por 30.5 metros de largo. Estas bolsas están hechas de malla plástica de alta densidad, lo que permite un eficiente paso de agua, alimento y oxígeno



Figura 28. Fotografías de Bolsa ostionera con flotador tipo espuma

Distribución espacial.

Siembra y pre engorda: las líneas fabricadas de nylon o polipropileno se ubicarán con una separación de 5 metros una de otra. Resultando en líneas madre con 100 metros útiles de un total de 140 m. considerando el anclaje con 20 m en cada extremo, para ocupar un área operativa de 2,000 m².

Engorda: Se realiza en líneas de 50 metros de longitud, con 80 bolsas cada una, ancladas con postes de PVC separados a 4 metros. Los módulos de cultivo constan de 15 líneas cada uno, ocupando un área operativa de aproximadamente 2,800 m² por módulo, con una separación de 20 metros entre ellos. En la primera etapa, se establecerán 300 líneas (20 módulos) de forma perpendicular a la dinámica de las corrientes en el sitio, y se incrementarán con 200 líneas adicionales el segundo año, 200 más el tercer año, 400 más el cuarto año y 400 adicionales hasta alcanzar 1,500 líneas (100 módulos), con aproximadamente 15,000,000 de organismos de talla comercial en total al cuarto año, ocupando 28 hectáreas.

Se planea rotar el sitio de cada módulo cada dos años para permitir la recuperación del fondo y reutilizarlo a los 5 años, requiriendo un total de 216.74 hectáreas, de las cuales 86.5 ha se destinarán a este fin.

La etapa de engorda se realizará de manera continua en profundidades de 2 a 5 metros, proporcionando condiciones óptimas para el organismo y la eficiencia de las artes de cultivo. Las bolsas se sostienen en líneas de cabo amarradas a tubos de PVC para anclarlas al fondo. Cada línea soporta 80 bolsas con 250 ostrillas por bolsa.

A los 6 meses, se realiza el primer desdoble a 125 organismos por bolsa; a los 10 meses, se realiza el último desdoble, separando los ostiones por diferentes tallas y dejándolos otros 2 meses para endurecer las conchas y soportar el transporte y vida en anaquel.

El método es similar para las almejas durante los primeros seis meses, en los que se realizan los primeros dos desdobles

En una segunda etapa para los organismos que de manera natural se entierran, se considera su cultivo en el fondo, delimitando el área con un cerco de protección contra depredadores, estimando una densidad de siembra de hasta 50 organismos por metro cuadrado.

Camas en el área intermareal. El sistema francés, consta de camas metálicas formadas por varillas o bien de parrillas construidas de ABS o PVC de 2.5 pulgadas de Ø y 2.5 pies de alto, las cuales, son instaladas en la zona intermareal, en cuyas camas se acomodan los poches o bolsas.

El sistema francés, se integra en la fase de engorda; que como se mencionó anteriormente, los organismos son trasladados del área de pre-engorda a la zona intermareal, en donde los ostiones son colocados en poches (bolsas), con densidades iniciales en promedio de 1000 organismos, dependiendo de la talla



Figura 29. Típico módulo de cultivo



Figura 30. Fotografía que muestra la distribución de bolsas por línea en la etapa de engorda

Aproximadamente cada dos meses se realizan los clareos reduciendo la densidad por mitad en cada clareo, hasta quedar con una densidad de aproximadamente 120 a 144 organismos por poche, momento en que los organismos tendrán talla comercial

Zonas de amortiguamiento.

Considerando la distribución de espacios en las diferentes etapas de cultivo se considera el aprovechamiento de 86.5 ha de manera simultánea lo cual nos brinda una zona de amortiguamiento con una relación de 1:3.



Figura 31. Ejemplo de distribución espacial entre las líneas de cultivo

Espacios para navegación y maniobra para cosecha.

En San Vicente se encuentra un canal natural con 200 m de ancho en promedio y 10 km de largo con una profundidad que varía de los 5 a los 12 m que se utiliza para la navegación, este canal se mantendrá libre de estructuras de cultivo, mientras que la pequeña caleta donde se ubica el campo Las Botellas se conecta por pequeños canales al canal principal paralelo a la isla Sto. Domingo. Se considera la instalación de una plataforma flotante con dimensiones de 11 m por 9 m con 99 m^2 de área de trabajo, que facilitara las actividades de instalación, mantenimiento, siembra, cosecha y vigilancia. Las separaciones de 5 metros entre las líneas, brinda el suficiente espacio para la navegación y maniobras de cosecha las cuales se realizarán, con apoyo de una lancha de 22 pies y motor ecológico fuera de borda de 90 Hp.



Figura 32. Tipo de balsa flotante utilizada en los cultivos de moluscos bivalvos (Se muestra sin techo)

Sistemas de anclaje.

Se construirá por partes las anclas metálicas de 1.80 M. x 1 M. tanto para la plataforma de servicio como para las líneas madre.

Todos los anclajes de las líneas largas de engorda serán construidos a base de concreto armado, bloques de concreto de 70 x 90 x 15 cm. en forma de cuchilla en un extremo para que se vaya enterrando en el sedimento y se utilizaran tubos de PVC de 2”de diámetro para ayudar a sostener el peso de las bolsas de ostiones.

Requerimiento de simientes.

Semillas

Cantidad requerida.

Se consideran dos temporadas principales de siembra al año (primavera y otoño) con un requerimiento en esta primera etapa de 300 mil organismos, se planea tener una siembra mensual con la misma cantidad de organismos de acuerdo a la disponibilidad de semillas en el mercado.

Calendarización de la demanda.

La siembra y pre-engorda en la primera etapa está programada para el mes junio en su primera fase y de octubre-diciembre en su segunda fase.

Fuentes de abastecimiento

Actualmente la mayor fuente de abasto lo representa el Laboratorio de Acuacultura Robles

Medio natural.

No se considera obtener semillas o larvas captadas del medio natural

Laboratorio

Laboratorio del CIBNOR y Acuacultura Robles.

Reproductores

Cantidad requerida

Se requerirá de 50 organismos por especie de la región de Bahía Magdalena para garantizar el abasto de semilla. Los laboratorios productores de semilla se encargarán de obtener directamente los reproductores.

Proporción de sexos.

30 hembras y 20 machos por especie.

Calendarización de la demanda.

Los laboratorios productores de semilla se encargarán de obtener directamente los reproductores.

Procedimiento de cultivo

Tipo de sistema de cultivo.

Se utilizarán según la especie a cultivar tanto el sistema intensivo como semi-intensivo.

Por otro lado, y viéndolo desde el punto de vista que las semillas tienen su origen en laboratorio, en sus primeras etapas se trabajarán de forma intensiva, ya que los juveniles saldrán del área de pre engorda del laboratorio. En las etapas iniciales del cultivo cuando pasa de la pre engorda a las bolsas, las densidades de organismos por bolsa son de alrededor de 250 a 120 variando poco de una especie a otra. Hasta aquí se puede hablar de sistema intensivo para todas las especies. Es en la etapa intermedia y final cuando el cultivo se volverá semi intensivo para almejas catarinas, esto con el fin de no sobrecargar el área de engorda y que el alimento (poblaciones fitoplanctónicas del medio natural) no sea un factor limitante para la supervivencia de los organismos colocados en el fondo.

En su primera etapa, el cultivo iniciará con un ejercicio de sistema semi intensivo para almeja catarina en canasta en suspensión. En su primera fase todas las especies se trabajarán de manera intensiva, desdoblándose mediante aclareos, a densidades que optimicen su crecimiento. Se considera un densidad entre 600 a 1,000 por nivel de linterna.

Una vez superada la etapa de pre engorda se cuidará el no sobrecargar esta área, previniendo que el alimento obtenido del medio natural, no sea un factor limitante, para la supervivencia de los organismos.

Artes de cultivo

Los sistemas de cultivo en suspensión son considerados los más eficientes para el desarrollo de organismos bivalvos, ya que su principal fuente de alimentación se encuentra en la columna de agua. En términos generales, el sistema de long-line con bolsas de malla y canastas Nestier instaladas será la principal técnica utilizada para el desarrollo de cultivos iniciales e intermedios.

La técnica de cultivo utilizada para cada especie dependerá de su forma de vida en su ambiente natural. Generalmente, las bolsas y las canastas Nestier, junto con las líneas largas instaladas en el campo, serán las principales artes de cultivo para el desarrollo de cultivos iniciales e intermedios de todas las especies.

Para la almeja generosa, el cultivo se realiza sobre el sedimento, permitiendo que el organismo se entierre adecuadamente. En el caso de la almeja catarina, el proceso de cultivo inicia de manera similar, utilizando cilindros con malla y posteriormente cajas o canastas Nestier, hasta alcanzar una talla de 20 a 30 mm. En esta etapa, los juveniles pueden ser liberados en corrales previamente construidos y protegidos de depredadores. De esta manera, se reducen los costos de mantenimiento y se hace más rentable el cultivo. La almeja generosa se coloca directamente en el fondo, protegida en una etapa inicial por un domo de malla mosquitera para evitar depredadores

Tipo y características del arte de cultivo

SISTEMAS DE CULTIVO.

Antecedentes en la península de Baja California.

Debido a las características biológicas del ostión, como son su gran tolerancia a las condiciones ambientales, además de su rápido crecimiento es que ha sido elegido para su cultivo en diversas regiones del mundo, no siendo la excepción Baja California.

El ostión japonés o también llamado del Pacífico (***Crassostrea gigas***), fue introducido en México en el año de 1972, con la inquietud de llevar a cabo cultivos piloto en Punta Banda y en San Quintín en el municipio de Ensenada Baja California, México. Actualmente se cuenta con 4 sistemas de cultivo en la península de Baja California cuyas principales características se incluyen en la **Tabla 5**:

Tabla 5. Características más relevantes de cada sistema de cultivo.

Sistema de cultivo	*Características*
Sistema de cultivo Long Line	Consiste en el tendido de grandes líneas que constan de un cabo de polipropileno en la mayoría de los casos de 1 pulgada de diámetro y de aproximadamente 100 metros de largo, colocando diversos tipos de artes de cultivo a lo largo del mismo y utilizando como bioinsumo semilla o juveniles.
Sistema de cultivo Francés	Sistema de cultivo que utiliza como bioinsumo semilla o juveniles, consiste de la construcción de camas ya sea metálicas de varilla metálica o bien de parrillas construidas de ABS o PVC sobre las cuales se acomodan los poches o bolsas. Este método se utilizara principalmente en el Polígono 2 ya que cuenta con un área somera y muy protegida de vientos y oleajes destructivos
Sistema de engorda en bolsas de malla plástica	Sistema de cultivo que utiliza como bioinsumo juveniles, consiste de la construcción de líneas de 50 metros de longitud sostenidas por postes de PVC sobre las cuales se acomodan los poches o bolsas con un flotador en su extremo superior.
Sistema de engorda en el fondo	• Las semillas se siembran directamente en el lecho marino en áreas seleccionadas. • Ventajas: Bajo costo y simula condiciones naturales. • Desventajas: Mayor exposición a depredadores y sedimentación.

Estos sistemas a su vez, presentan variantes tomando en cuenta la experiencia y el criterio del productor, y con base en las fases de crecimiento del ostión (pre engorda, engorda y cosecha), como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 6. Variantes en los sistemas de cultivo de ostión en el estado de Baja California Sur.

Sistema de cultivo	*Variantes en los sistemas de cultivo de ostión en el estado de baja california sur*		
	Fijación	**Pre-engorda**	**Engorda**
Sistema de long line	**N/A**	La semilla puede provenir directamente del laboratorio productor y utilizar este sistema como pre-engorda, cilindros de malla plastificada para el ostión japones y bastidores de madera rectangulares para las almejas, mientras que los callos de hacha se manejan en canastas Nestier.	La semilla puede provenir directamente del laboratorio productor, terminando su engorda en bolsas de malla suspendidas en líneas o parrillas fijas al fondo (Sistema francés).
Sistema frances		La semilla puede provenir del sistema long line o directamente del laboratorio productor.	Los organismos pueden provenir para su engorda, de cualquiera de los sistemas de pre- engorda mencionados

Sistema de cultivo en bolsas de malla plástica suspendidas en líneas		La semilla puede provenir del sistema long line o directamente del laboratorio productor.	Los organismos pueden provenir para su engorda, de cualquiera de los sistemas de pre- engorda mencionados y terminan su ciclo de engordas en bolsas de malla suspendidas en líneas.
Sistema de engorda en el fondo		La semilla puede provenir del sistema long line o directamente del laboratorio productor.	Los organismos pueden provenir para su engorda, de cualquiera de los sistemas de pre- engorda mencionados y terminan su ciclo de engordas en el lecho marino.

N/A = no aplica.

Métodos

SISTEMA DE CULTIVO LONG LINE.

- Se colocan en cuerdas o bolsas suspendidas en el agua, colgadas de estructuras flotantes
- Ventajas: Aprovecha la columna de agua, reduce el contacto con el fondo y facilita el manejo.
- Desventajas: Requiere mantenimiento para evitar fouling (incrustaciones) y depredadores.

El sistema long line o línea madre, en donde mediante la utilización de cilindros de malla plástica de diferentes calibres de malla, llevan a cabo la pre engorda usualmente se realizan tres “desdobles” o separación por talla que alcanzan los organismos en esta etapa de crecimiento.



Figura 33. Cilindro utilizado en la prengorda



Figura 34. En esta fotografía se puede apreciar los cilindros listos para ser transportados a la línea madre

Cuando se inicia la etapa de pre engorda en el sistema long line, también conocido como línea madre o cimbras, que consiste en el tendido de grandes líneas que constan de un cabo de polipropileno en la mayoría de los casos de 1 pulgada de diámetro y de aproximadamente 100 metros de largo en cuyos extremos se colocan unos anclajes.

En dicha línea se colocan canastillas metálicas plastificadas en forma de cilindros para el ostión japones y bastidores de madera rectangulares para las almejas, mientras que los callos de hacha se manejan en canastas Nestier. Este método es utilizado en zonas de canales en donde se forman corrientes, sitio en donde se recibe a la semilla de forma inmediata con la finalidad de reducir así la posibilidad de estrés (**Fig. 35**).





Figura 35. Diferentes tipos de material, utilizados en línea madre o long line por los productores de ostión en Baja California Sur México.



Figura 36. Recepción de la semilla y mediante el uso de un vaso y previo conteo repetitivo de cantidad de semilla por vaso, se calcula la cantidad de semilla por bolsa y se colocan en bolsas mosquiteras; las cuales se colocan en canastas nestier para colocarlas e

Los productores que utilizan canastas nestier, para la preengorda de los diferentes tipos de almejas, forman módulos los cuales se apilan una sobre otra y en la parte de arriba se coloca un flotador el cual las mantiene suspendidas en las líneas madres (**Fig. 37**).



Figura 37. A. Preparación de bolsas mosquiteras en el interior de las canastas nestier. B. Canastas nestier apiladas, perfectamente amarradas. C. Se trasladan mediante una lancha a la línea madre. D. Línea madre la cual consta de un cabo de polipropileno de 1 pul

Ahora bien, dependiendo del productor, es que se utilizan diferentes tipos de materiales para la línea madre, lo cual va a depender de la disponibilidad de estos.

En cuanto al mantenimiento de la pre engorda, ésta fase requiere de especial atención debido a que la semilla debe ser revisada y clareada (separación por tallas) inicialmente cada 20 días aproximadamente y las bolsas mosquiteras se limpian y lavan con agua de mar o en su defecto son remplazadas por otras limpias; siendo proporcional la baja densidad por bolsa con respecto al crecimiento de la semilla.



Figura 38. Proceso de clareo y limpieza, realizado en cribas.

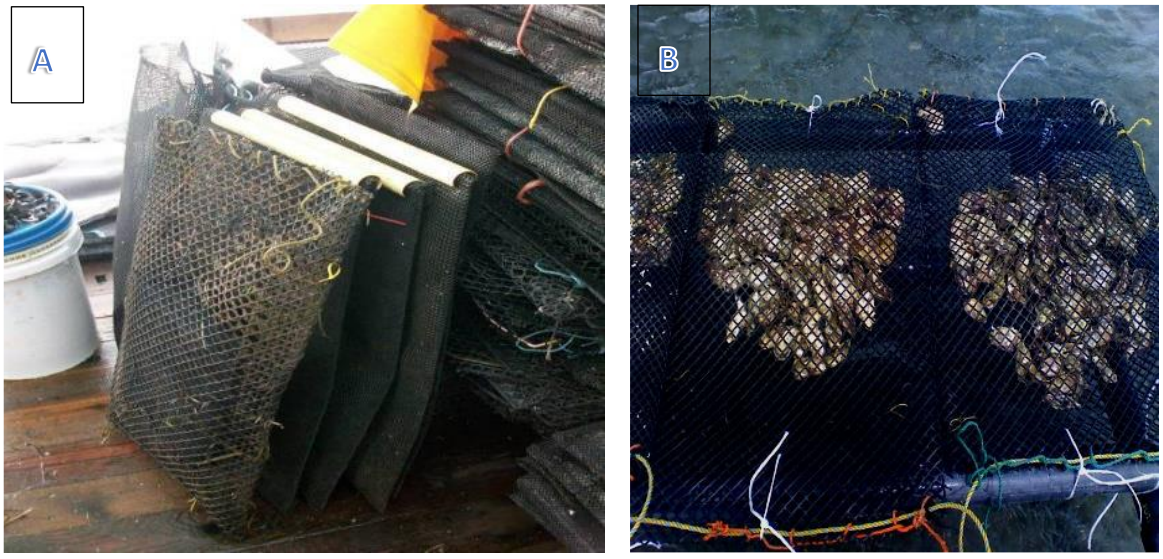
De igual manera, las canastas nestier son lavadas o remplazadas por otras limpias en caso de que se encuentren muy saturadas de fauna de acompañamiento.

Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 12-15 mm se cambia a una bolsa de

malla vexar (poche) con una densidad promedio de 500 a 600 organismos por poche, siendo este momento cuando cambia al sistema francés**. (Fig. 38).**



Bolsas plastificadas empleadas en engorda de Cassostrea gigas suspendidas en líneas de 50 m



Bolsas limpias y clareadas



Figura 39. A. Bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 100 a 120 organismos. B. Poches con reducción en cantidad de ostión conforme van creciendo. C y D Camas construidas con varilla corrugada y tubos de ABS.

Existe una variación con respecto a las artes utilizados en la línea madre, la cual es considerada como innovadora y corresponde al hecho de que, en la etapa de pre engorda también utilizan un sistema flotante, con flotadores autónomos adoptado por la propia empresa, que consta de un flotador construido con tubería de ABS en una disposición rectangular la cual está sujeta a una canastilla metálica plastificada, donde se ponen las bolsas de malla mosquitera con semilla y que a su vez, éstas canastillas son amarradas en una boya. También utilizan para la pre engorda la disposición de 2 tramos de tubos de ABS de 4 pulgadas de diámetro, paralelos entre si, los cuales hacen la función de flotadores y están unidos a una cajón de alambre plastificado el cual contiene 4 bolsas de malla vexar con semilla de ostión.

La densidad de siembra en las bolsas mosquiteras es variable, dependiendo del tamaño de las semillas, pudiendo ser de hasta 2,500 organismos (tallas de 1 a 1.5 mm). Posteriormente, ya para la engorda, se tienen las bolsas de malla vexar las cuales contendrán una densidad similar solo que en un área más amplia.

En cuanto al mantenimiento, en el sistema de nautilinas, requiere de especial cuidado debido a que la semilla debe ser revisada y clareada (separación por tallas), inicialmente cada 4 semanas, las bolsas son lavadas con agua de mar o en su caso remplazadas por unas nuevas.

Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 20 – 25 mm se cambia a una bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 1000 organismos por poche, siendo éste momento cuando cambia al sistema de camas.

SISTEMA DE CULTIVO FRANCÉS.

Con respecto a la engorda, este documento ofrece una síntesis del sistema francés de las metodologías actuales de cultivo utilizados principalmente en el sitio de Las Botellas, integrando tanto las diferencias como las semejanzas entre las estrategias utilizadas en las diferentes zonas. El sistema francés, consta de camas metálicas formadas por varillas o bien de parrillas construidas de ABS o PVC de 2.5 pulgadas de diámetro y 2.5 pies de alto, las cuales,

son instaladas en la zona intermareal, en cuyas camas se acomodan los poches o bolsas.
El sistema francés, se integra en la fase de engorda; que como se mencionó anteriormente, los organismos son trasladados del área de maquila a la zona intermareal, en donde los ostiones son colocados en poches (bolsas), con densidades promedio de 1000 organismos, dependiendo de la talla (**Fig. 40 y 41**). El técnico responsable del cultivo, con antelación ha preparado el lugar donde se pondrán estos poches, de tal manera, que tengan el menor estrés posible por efecto de exposición al sol, de las corrientes o de las mareas.
Después de dos meses aproximadamente y una vez que los organismos denotan un cierto crecimiento, son extraídos para su primer clareo. En el inter de este tiempo, los poches se están volteando de posición para control de epibiontes, además de que, se evita con esto, que los organismos se peguen entre sí o bien, que por razones de crecimiento se deformen.



Figura 40. Acomodo de las bolsas sobre las parrillas o camas.





Figura 41. Variaciones de los materiales utilizados en el sistema francés, el cual consta de camas metálicas, construidas con varillas corrugadas y/o tubos de ABS, sobre las que se colocan los poches.

El clareo, es con la finalidad de separar a los organismos por tallas, además de que se reduce la densidad de los organismos por poche a un 50%, permitiendo con esto, un mejor crecimiento. Aproximadamente cada dos meses se realiza el mismo procedimiento reduciendo la densidad por mitad en cada clareo, hasta quedar con una densidad de aproximadamente 120 a 144 organismos por poche, momento en que los organismos tendrán talla comercial.

Ahora bien, dependiendo de la disponibilidad de materiales, en la construcción de camas, existe una variación con respecto a los mismos, como son: varilla corrugada, tubería de ABS, estacón y parrillas plastificadas.

Cultivos de Almejas y callos

Métodos de Cultivo y Engorda de Almejas

Las almejas son moluscos bivalvos que se cultivan en fondos marinos o en sistemas suspendidos. Los métodos más utilizados son:

a) Cultivo en fondo (lecho marino)

- **Siembra directa**: Las semillas (juveniles) se siembran directamente en el lecho marino en áreas seleccionadas.
- **Preparación del sustrato**: En el fondo se prepara para asegurar que sea adecuado (arena o fango) y libre de depredadores estructuras tipo domo construido con malla plastificada o tramos de PVC en el caso de la almeja generosa.
- **Ventajas**: Bajo costo y simula condiciones naturales.
- **Desventajas**: Exposición a depredadores, enfermedades y sedimentación.

b) Cultivo en suspensión (long-line o líneas flotantes)

- Las semillas se colocan en bolsas o cestas suspendidas en cuerdas o estructuras flotantes.
- **Ventajas**: Menor exposición a depredadores y mejor control del crecimiento.
- **Desventajas**: Requiere mantenimiento para evitar incrustaciones (fouling) y daños por

oleaje.

En el caso del proyecto en el estero de San Vicente se utilizarán las canastas ostrícolas Tipo "Nestier" que son estructuras cuadradas construidas de polipropileno rígido. La canasta tiene cuatro compartimentos internos, en los cuales se colocan las semillas de los moluscos bivalvos dentro de bolsas de malla mosquitera al inicio de la siembra. Las canastas ostrícolas se ensamblan una encima de la otra para formar módulos de cinco o seis canastas; la canasta superior se destina para instalar un flotador de poliestireno expandido; las demás contienen los organismos y por tanto deben mantenerse sumergidas en el agua de manera constante. Los módulos se amarran en las líneas madre o "long lines" y la distancia entre cada módulo es de 20-50 cm. Generalmente, se suspenden a una profundidad de entre 5 y 10 m, dependiendo de las necesidades del cultivo es un arte de cultivo para moluscos bivalvos altamente confiables, de construcción sencilla con materiales sintéticos, también es de fácil transportación y almacenamiento.

Dimensiones.

Líneas largas 100 metros utilizables más 20 metros en cada extremo para anclaje, una plataforma de operaciones 6 m. X 7m.

Las dimensiones aproximadas de las canastas son de 70 cm X 70 cm X 10 cm con un área de 0.49 m^2

Distribución y orientación.

Las líneas largas estarán orientadas a lo largo de las corrientes de marea, en este caso es de sur a norte y viceversa, los corrales de engorda para catarina no tienen ninguna orientación, son cuadrados, la distribución de ellos y la orientación es de acuerdo al régimen de mareas.

Descripción del procedimiento.

Etapas que abarca el cultivo.

La primera fase inicia cuando llega la semilla procedente de laboratorio, esta se coloca en las canastas Nestier, con luz de malla de 3mm. En cantidades que van de 1,000 a 3,000 para almejas catarinas. A medida que van creciendo se realizan aclareos y biometrías y colocarlos en las linternas con luz de malla correspondiente. Para el caso de las almejas, en general transcurren de 4 a 8 semanas, con mallas de 3mm. a 5mm. Para posteriormente pasar de 4 a 5 meses en linterna con luz de malla de mayor tamaño.

Duración de cada fase del cultivo

Cultivo de Almejas

1. Producción de semilla (criadero)

- **Obtención de larvas**: 1-2 semanas (desove y desarrollo larvario).
- **Cultivo larvario**: 2-4 semanas (hasta que las larvas se convierten en juveniles).
- **Asentamiento**: 1-2 semanas (fijación de las larvas en sustratos).

Duración total de la fase de criadero: 4-8 semanas. (Se realiza en laboratorios fuera del AP)

2. Pre-engorda

- Las semillas se trasladan a sistemas de pre-engorda (tanques, estanques o bolsas en el mar) para alcanzar un tamaño adecuado (5-10 mm).
- **Duración**: 2-4 meses.

3. Engorda

- Las almejas se siembran en sistemas de engorda (fondo, suspensión o estanques) hasta alcanzar la talla comercial.
- **Duración**: 8-18 meses, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales.

4. Cosecha

- Las almejas se cosechan cuando alcanzan la talla comercial (25-50 mm, dependiendo de la especie).
- **Duración total del ciclo**: 12-24 meses.

Cultivo de Vieiras (Callos)

1. Producción de semilla (criadero)

- **Obtención de larvas**: 1-2 semanas (desove y desarrollo larvario).
- **Cultivo larvario**: 3-5 semanas (hasta que las larvas se convierten en juveniles).
- **Asentamiento**: 1-2 semanas (fijación de las larvas en colectores).

Duración total de la fase de criadero: 5-8 semanas.

2. Pre-engorda

- Las semillas se trasladan a sistemas de pre-engorda (bolsas, cestas o tanques) para alcanzar un tamaño adecuado (10-20 mm).
- **Duración**: 3-6 meses.

3. Engorda

- Las vieiras se siembran en sistemas de engorda (suspensión, fondo o jaulas) hasta alcanzar la talla comercial.
- **Duración**: 12-24 meses, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales.

4. Cosecha

- Las vieiras se cosechan cuando alcanzan la talla comercial (70-100 mm, dependiendo de la especie).
- **Duración total del ciclo**: 18-36 meses.

Factores que Influyen en la Duración

- **Especie**: Algunas especies crecen más rápido que otras.
- **Condiciones ambientales**: Temperatura, salinidad, disponibilidad de alimento y calidad del agua.
- **Método de cultivo**: Los sistemas suspendidos suelen acelerar el crecimiento en comparación con el cultivo en fondo.

- **Manejo**: Limpieza, densidad de siembra y control de depredadores.

En resumen, el ciclo de cultivo de almejas es generalmente más corto (12-24 meses) en comparación con el de las vieiras (18-36 meses). Ambos requieren un manejo cuidadoso para optimizar el crecimiento y garantizar una producción sostenible

Tabla 7. Duración de cada fase de cultivo y duración total del ciclo. *

Fase	Almejas	Vieiras (Callos)
Producción de semilla	4-8 semanas	5-8 semanas
Pre-engorda	2-4 meses	3-6 meses
Engorda	8-18 meses	12-24 meses
Ciclo total	**12-24 meses**	**18-36 meses**

*El tiempo esta influido por los factores antes mencionados

Tabla 8. Calendarización de siembras.

Especie/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Argopecten ventricosus			x	x	x					x	x	x
Panopea globosa		x	x	x					x	x	x	
Atrina maura					x	x	x	x				
Pinna rugosa					x	x	x	x				
Nodipecten subnodosus			x		x		x		x			
Megapitaria squalida					x	x	x	x	x			

Densidad de siembra.

Almeja catarina: inicial 2,500 por canasta con malla mosquitero, intermedio 600 por canasta libre y final 50 por canasta.

Almeja generosa: inicial 2000 juveniles por espacio con malla mosquitero (domo), intermedio 600 por espacio y final 150 por espacio.

Metodología para la siembra.

En forma general, se cuantifica volumétricamente la semilla en el número deseado y se colocan en cada nivel de la canasta que está sujeta a la línea madre.

Para pasarlas a las líneas de desdoble se tamizan los juveniles en una malla de luz mayor al que tienen las canastas, se cuantifican y se colocan en canastas limpias sin malla (con esto se mejora sustancialmente el flujo de agua a través de las semillas y le proporcionan mejores condiciones de vida). Después se limpia periódicamente la canasta, se buscan depredadores y se vigila el cultivo.

En forma general, se cuantifica volumétricamente la semilla en el número deseado, se coloca en la canasta con malla mosquitero y se hacen módulos de 5 canastas útiles más una de tapa donde va el flotador, se atan con un cabo de 5/16" de polipropileno y con este mismo cabo se sujeta a la línea madre.

Para pasarlas a canastas libres (sin malla mosquitero) se tamizan los juveniles en una malla de luz mayor al que tienen las canastas, se cuantifican y se colocan en canastas libres (con esto se mejora sustancialmente el flujo de agua a través de las semillas y se les proporcionan mejores condiciones de vida. En la etapa final del cultivo, los organismos que van a terminar su vida en el sedimento se colocan en el dentro de corrales cercados con malla plástica con luz de malla de 10 mm. Después se limpia periódicamente la malla, se busca depredadores, y se vigila el cultivo.

Métodos de cultivo para Callo de hacha (Atrina maura), Callo de hacha largo (Pinna rugosa)

El sistema de cultivo consiste en el uso de canastas ostrícolas durante los primeros 4 meses de engorda de las semillas, para después enterrarlas en fondo arenoso hasta el final de la etapa de engorda, conforme a la tecnología previa utilizada y reportada por Miranda-Baeza (1994) y Almaraz-Salas (2008).

Los callos serán aclimatados de acuerdo a Gallo-García *et al*. (2001) y repartidos en lotes dentro de bolsas de plástico mosquitero (2 mm de diámetro); posteriormente, las bolsas serán colocadas en canastas ostrícolas para formar los módulos de cultivo que constan de 2 canastas de protección y 5 de engorda; en estas últimas se ajustara una densidad inicial aproximada de 200 callos canasta^{-1}. Las canastas de protección se colocarán en la parte superior e inferior de cada módulo; la superior conteniendo un flotador el cual permitirá al módulo mantenerse en suspensión. Una vez formados, los módulos serán atados al sistema de cultivo de línea madre ó "long-line" cuya cimentación consistirá en 2 depósitos de lámina rellenos de cemento y grava -representando el peso muerto- para tensarlo y mantenerlo sujeto al fondo. A los extremos de la línea, se atará una cuerda con boyas que servirán como flotadores.

Los módulos o unidades de cultivo serán limpiados cada 15 días para evitar la presencia de depredadores y/o epibiontes, y de esta manera, contabilizar y retirar los animales muertos. Una vez que los bivalvos alcancen la talla de 6 mm, serán retirados de las bolsas, aún dentro de las canastas, dos meses más. En total, los juveniles permanecerán 4 meses en las canastas para después, ser enterrados en el sustrato arenoso donde permanecerán 11 meses más hasta la cosecha. Se construirán corrales o cercos con un área de 78 m2 (13 m de largo, 6 m de ancho y 1,70 m de altura) mediante un fardo de nylon de 3 pulgadas como límite físico, el cual se entierra 20 cm en la arena y expuesto 40 cm encima del nivel de la arena con el objetivo de proteger los animales de depredadores a manera de cerco y prevenir pérdidas; además, se

utilizaran 3 postes de concreto a lo ancho y 5 a lo largo, a una distancia de 3,30 m entre ellos para sostener y dar estabilidad a la malla de nylon. Los corrales serán construidos a una distancia de 10-20 m uno de otro. Los juveniles de *A. maura* serán sembrados a una distancia mínima de 12-15 cm entre ellas, ajustando una densidad promedio de 36 callos m^2 hasta el tiempo de cosecha.

Métodos de cultivo para* Mano de León (*N. subnodosus)

El sistema de cultivo consiste en el uso de canastas ostrícolas durante los primeros 4 meses de engorda de las semillas, para después enterrarlas en fondo arenoso hasta el final de la etapa de engorda, conforme a la tecnología previa utilizada y reportada por Miranda-Baeza (1994) y Almaraz-Salas (2008).

Los callos serán aclimatados de acuerdo a Gallo-García *et al*. (2001) y repartidos en lotes dentro de bolsas de plástico mosquitero (2 mm de diámetro); posteriormente, las bolsas serán colocadas en canastas ostrícolas para formar los módulos de cultivo que constan de 2 canastas de protección y 5 de engorda; en estas últimas se ajustara una densidad inicial aproximada de 200 callos $canasta^{-1}$. Las canastas de protección se colocarán en la parte superior e inferior de cada módulo; la superior conteniendo un flotador el cual permitirá al módulo mantenerse en suspensión. Una vez formados, los módulos serán atados al sistema de cultivo de línea madre ó “long-line” cuya cimentación consistirá en 2 depósitos de lámina rellenos de cemento y grava -representando el peso muerto de 200 kg- para tensarlo y mantenerlo sujeto al fondo. A los extremos de la línea, se atará una cuerda con boyas que servirán como flotadores.

Los módulos o unidades de cultivo serán limpiados cada 15 días para evitar la presencia de depredadores y/o epibiontes, y de esta manera, contabilizar y retirar los animales muertos. Una vez que los bivalvos alcancen la talla de 6 mm, serán retirados de las bolsas, aún dentro de las canastas, dos meses más. En total, los juveniles permanecerán 4 meses en las canastas para después, ser enterrados en el sustrato arenoso donde permanecerán 11 meses más hasta la cosecha. Se construirán corrales o cercos con un área de 78 m2 (13 m de largo, 6 m de ancho y 1,70 m de altura) mediante un fardo de nylon de 3 pulgadas como límite físico, el cual se entierra 20 cm en la arena y expuesto 40 cm encima del nivel de la arena con el objetivo de proteger los animales de depredadores a manera de cerco y prevenir pérdidas; además, se utilizaran 3 postes de concreto a lo ancho y 5 a lo largo, a una distancia de 3,30 m entre ellos para sostener y dar estabilidad a la malla de nylon. Los corrales serán construidos a una distancia de 10-20 m uno de otro. Los juveniles de *A. maura* serán sembrados a una distancia mínima de 12-15 cm entre ellas, ajustando una densidad promedio de 36 callos m^2 hasta el tiempo de cosecha.

TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

Japón y China han sido los países líderes en el cultivo de muchas especies marinas, incluidos los moluscos pectínidos, ocupando actualmente el primer y segundo lugar respectivamente (FAO, 2002). Los países Iberoamericanos con niveles comerciales de producción son Chile y Perú, con una producción en peso entero fresco de *Argopecten purpuratus* de 11,482 y 311 toneladas en 1997, respectivamente (FAO, 1999). En México, la producción de *Argopecten ventricosus* alcanzo las 10 toneladas en 1995 (Maeda-Martínez et al. 2001). La diferencia primordial de los sistemas de cultivo de moluscos y otras especies radica en el control que el hombre ejerce sobre los recursos restrictivos como son el agua, el terreno, el alimento, el capital, la mano de obra y la energía, entre otros. Sobre ésta base existen dos tipos de sistemas, el *cultivo extensivo* o de *repoblamiento de bancos* afectados por fenómenos naturales, sobreexplotados por la pesquería u otros factores antropogénicos y el *cultivo intensivo* que implica el manejo controlado de los individuos, a densidades muy por arriba de las que son usuales en las poblaciones naturales, utilizando para ello una gran variedad de artes de cultivo (Mazón-Suástegui *et al*. 2003). Entre las artes más utilizadas para el cultivo intensivo de moluscos en suspensión, destacan las canastas perleras de forma piramidal, las linternas japonesas de forma cilíndrica y las canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica, son apilables, cada una mide 55 x 55 x 7.5 cm y están divididas en cuadrantes (Mazón-Suástegui *et al*., 2003) (Figura 42).



Figura 42. Artes de cultivo empleadas comúnmente en cultivos de moluscos en suspensión:, canasta ostrícola de plástico (Mazón-Suástegui et al., 2003).

Obtención de los individuos experimentales

La semilla será producida en el laboratorio Robles ubicado en la ciudad de La Paz y/o Laboratorio de Larvicultura de Especies Marinas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Los reproductores fueron recolectados en la LGN y trasladados a las instalaciones del CIBNOR, donde se realizan las actividades de acondicionamiento gonádico, inducción al desove, cultivo larvario, fijación y preengorda hasta obtener semillas de 3-4 mm, que se enviaron a los sitios de cultivo, aplicando el método húmedo-frío descrito por Mazón-Suastegui *et al*. (2003).

En cada sitio de cultivo se realizara un registro de las condiciones del transporte, como temperatura, talla promedio, movilidad de la semilla y tiempo de recuperación al ser introducida de nuevo al agua. Se calcula la proporción volúmen/cantidad de semilla recibida, mediante un método volumétrico para facilitar los trabajos de siembra.

Con el propósito de evitar pérdidas por el tamaño de la semilla (3-4 mm), se recomienda realizar la siembra y preengorda en bolsas de malla mosquitera, las cuales serán colocadas dentro de las canastas ostrícolas, que tienen múltiples perforaciones de 5 mm en las paredes y 8 mm en el fondo (**Figura 43**).

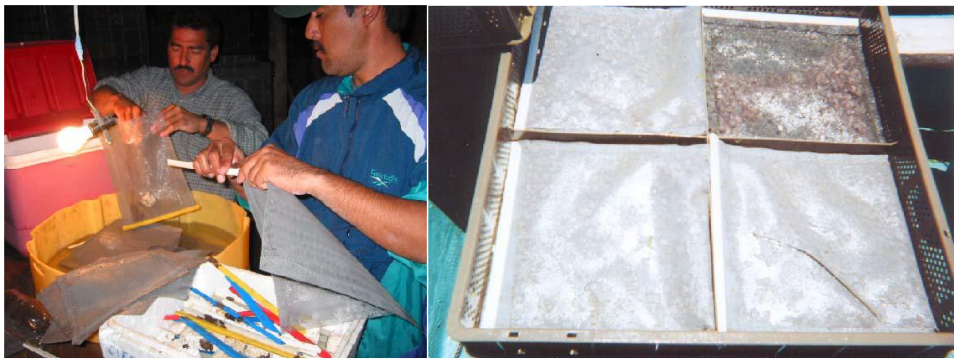


Figura 43. Siembra de semilla de Nodipecten subnodosus, en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas, para dar inicio a la etapa de preengorda.

La preengorda tendra una duración de 7 semanas a partir de la siembra. Las canastas de cultivo se revisaron semanalmente para su limpieza y desdoble o *clareos* necesarios a fin de reducir progresivamente la densidad inicial de siembra (2,000 ind/canasta) y que concluye cuando se obtuvienen juveniles que pudieron colocarse libremente en las canastas, eliminando por completo el uso de las bolsas (800 ind/canasta) (**Figura 44 y 45**).



Figura 44. Obtención de juveniles de Nodipecten subnodosus una vez concluida la preengorda en bolsas colocadas dentro de las canastas ostrícolas.

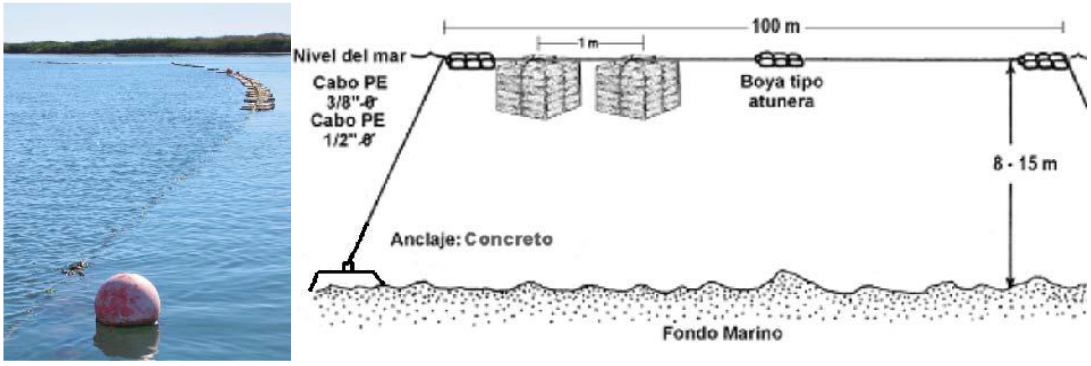


Figura 45. Canastas ostrícolas de plástico apiladas formando módulos, para el cultivo de Nodipecten subnodosus en un sistema de línea larga de superficie, utilizado en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.

Las canastas se apilaron formando módulos de cultivo con 5 niveles útiles más una tapa, estableciendo la misma densidad inicial en todos los niveles, para cada tratamiento y sus réplicas. La cantidad de individuos a colocar por canasta se calculó en función del área cuadrada individual promedio. Esta unidad de medida se incrementa progresivamente en función del crecimiento de los organismos, por lo que se llevó a cabo una reducción periódica (mensual) del número de almejas por canasta para mantener la cobertura porcentual preestablecida en el diseño experimental (40, 60, 80%). El área cuadrada individual promedio se calculó mensualmente a partir de la medición de una muestra al azar de al menos 20 individuos, obtenidos de los diferentes niveles o canastas de cada módulo experimental (Tabla 1). Para evitar variaciones en los parámetros de respuesta, asociados a la ubicación de los organismos en los diferentes niveles o canastas del módulo de cultivo, mensualmente se realizó la rotación de los individuos en las canastas una vez realizado el mantenimiento y limpieza de estas, mediante el raspadas cepillado manual, eléctrico, o con bombas de lavado a presión, después de haber sido expuestas al sol durante una semana.



Figura 46. Manejo de la semilla de preengorda a la colocación de las almejas dentro de las canastas.

Después de que alcancen la talla de 60 mm los organismos se colocan sobre el fondo del mar en cercos de malla plástica sostenidas por barrotes o en bolsas sobre camas como se ve, con fines de ilustración en la **figura 46**.

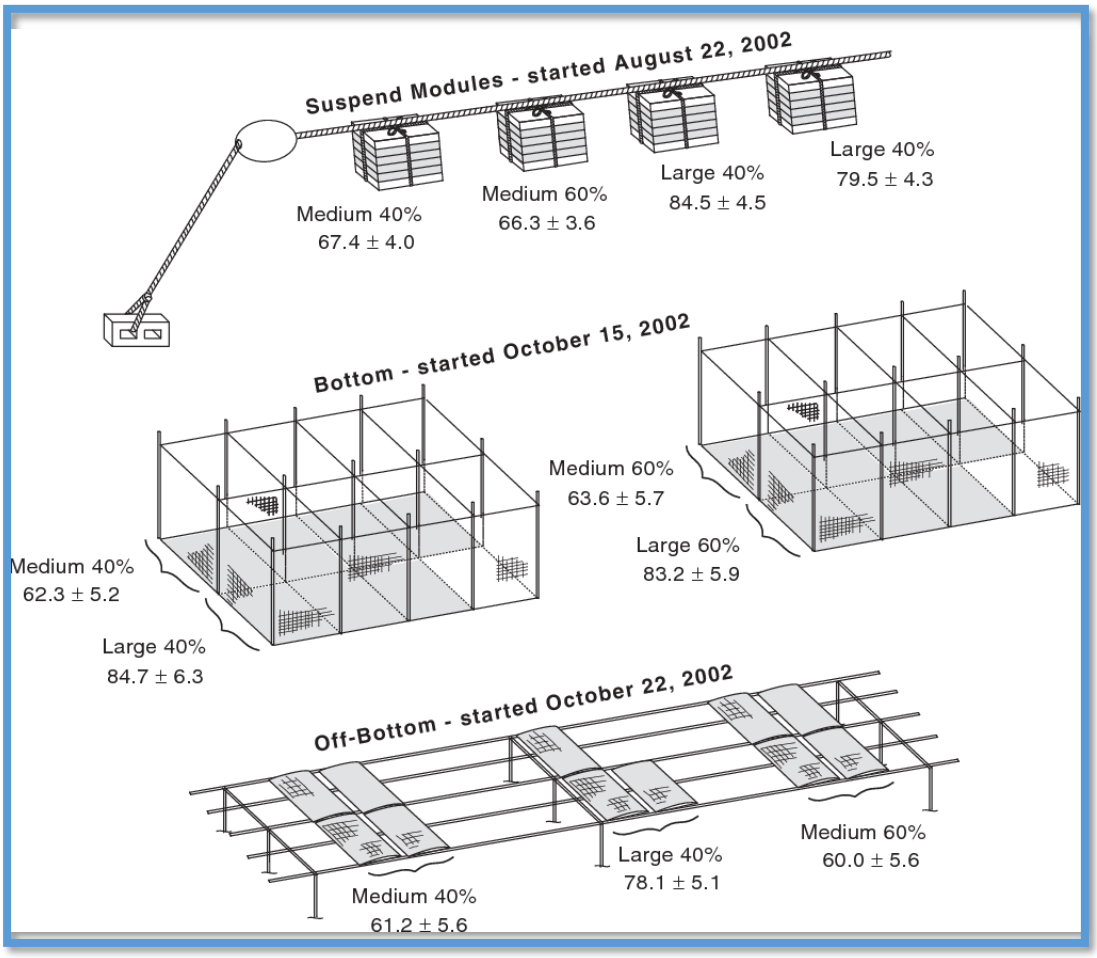


Figura 47. Diagrama que ilustra el ciclo completo de engorda de la mano de león en el mar.

Mortalidad.

La mortalidad depende del cuidado del cultivo y de algunos factores ambientales como son la temperatura, productividad primaria, depredadores, y en menor escala: salinidad y oxígeno disuelto. Se calculan las siguientes mortalidades críticas para la especie elegida en la primera etapa:

Almeja catarina 40 %

Almeja generosa 50 %

Fertilización, en su caso alimentación.

No aplica, se dispone del alimento que la naturaleza les provee a los organismos, caracterizándose el complejo lagunar de Bahía Magdalena por ser zona de alta productividad primaria.

Alimentación.

No aplica, se dispone del alimento que la naturaleza les provee a los organismos.

Oxigenación y recambio de agua, en su caso.

No aplica.

Medidas contra depredadores.

Los artes de cultivo servirán para mantener confinados los organismos para evitar el contacto con depredadores.

Sistemas de seguridad contra fugas de organismos.

Las mallas finas en etapas tempranas de crecimiento son resistentes y se prevé un fuga del 0%, las linternas se mantendrán en buen estado con mantenimiento preventivo y correctivo. Además se contara con vigilancia permanente. Sin embargo se debe considerar que la almeja cultivada proviene de la misma área por tanto son especies nativas, que no afectara el entorno negativamente.

Enfermedades más comunes de la especie.

Enfermedades bacterianas: Los géneros más patógenos para las larvas de los moluscos bivalvos son los *Vibrio* y *Pseudomonas*. Las *Pseudomonas* son bacilos rectos o ligeramente curvados, gram negativos, y quimiorganotróficos aeróbicos, mientras los *Vibrio* son bacilos rectos o curvados, aeróbicos facultativos y gram negativos y ha causado mortalidades en cultivos larvarios de *A. ventricosus*. El género *Vibrio* también ha sido reportado de haber causado mortalidades en los cultivos de engorda en el mar en *Argopecten irradians* en China. También se considera los géneros *Chlamydia* y *Rickettsia* potencialmente patogénicos.

Parásitos: Se ha reportado la presencia de un nematodo (*Echinocephalus pseudouncintus*), de

planarias, de larvas de cestodos, y de crustáceos (*Tumidotheres margarita* y *Pseudomycola spinosus*) en México.

Medidas sanitarias preventivas y correctivas.

En el cultivo larvario se cambiará el agua cada dos días con agua de mar por filtros de arena y de cartuchos de 15, 10, 5 y 1 µm, tratado con UV y carbón activado.

Esto prevendrá el crecimiento microbiano en los tanques de cultivo larvario. En el cultivo en el mar no se tomará medidas específicas, se considera que la cantidad pequeña de la semilla y las fuertes corrientes que favorecen el intercambio de agua prevendrán el desarrollo de enfermedades. En el caso de presentarse algún tipo de enfermedad no controlable se sacrificará a toda la población y se destinará a una fosa sanitaria para su entierro, además de informar a la autoridad sanitaria y acuícola correspondiente.

Control y monitoreo de parámetros físico-químicos, biometrías.

Muestreo mensual.

a) Salinidad: se medirá con un refractómetro tomando una muestra de agua a un metro de profundidad.

b) Clorofila: se tomará una muestra de 1,000 ml. De agua de 1 M. de profundidad. La muestra se pasará por un filtro de fibra de vidrio, se extraerá la clorofila con metanol y se determinará la concentración de clorofila con un espectrofotómetro.

c) Materia orgánica particulada: se tomará una muestra de 1000 ml. de agua del mar de un metro de profundidad. La muestra se filtrará en cilindros de fibra de vidrio presecados y prepesados. Se secará el filtro a 100°C. en un horno secador por 48 horas, se pesará, se quemará el filtro a 500°C. por seis horas y se pasará de nuevo. La diferencia del peso húmedo y seco sin cenizas representa a cantidad de materia orgánica particulada.

d) Oxígeno disuelto: se tomará una muestra de agua de 1, 000 ml. De un metro de profundidad y se medirá la cantidad de oxígeno disuelto en g/L a través del método Winkler. Se tomará una muestra en la mañana y otra en la tarde.

e) Temperatura: se medirá la temperatura cada hora a través de termógrafos en algunos sitios de la superficie y del fondo. Los datos se guardarán mensualmente en una computadora, equipada con el software necesario.

Biometrías y mediciones de crecimiento y sobrevivencia:

Se mantendrán al menos tres réplicas para la medición de crecimiento y sobrevivencia. El crecimiento se medirá mensualmente a través de la altura el ancho y el espesor de la concha

con un vernier en 30 individuos en cada réplica. La supervivencia se determinará mensualmente a través de conteos de organismo vivos y muertos en cada réplica de los diferentes métodos de cultivo. En la etapa de pre-engorda, se establecerá una relación entre tamaño y peso para determinar el factor de condición gonadal y de rendimiento muscular y el tiempo apropiado para la venta del producto.

Medidas preventivas, de diagnóstico y de control sanitario

El control sanitario en toda actividad acuícola se hace necesario y obligatorio en primera instancia para proteger la inversión realizada y para evitar la diseminación de patógenos en el cultivo. Entre los factores de riesgos identificados que afectan a los proyectos acuícolas de moluscos bivalvos se pueden mencionar los siguientes: la presencia de enfermedades infecciosas, certificables y de notificación obligatoria de acuerdo con la OIE y la NOM-010-PESC-1993 y la introducción de semilla o reproductores sin certificado sanitario.

Para la mitigación de estos factores de riesgos se pueden mencionar las siguientes medidas sanitarias:

- **Control de origen de la semilla.** El control del origen de la semilla se debe realizar en coordinación con el Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California Sur, encargado de dar seguimiento a los laboratorios de producción de semillas en el estado y vigilar que la semilla provenga de laboratorios donde se aplican medidas de bioseguridad para garantizar la calidad y la ausencia de patógenos y análisis que avalen esta usencia de patógenos de acuerdo con la OIE y la NOM-010-PESC-1993. Como requisito obligatorio, el proveedor deberá entregar junto con la semilla certificados sanitarios vigentes de que la semilla está libre de estos patógenos. La vigencia de estos certificados los determina el CESAIBCS.
- **La aplicación de Buenas Prácticas de Producción de Moluscos Bivalvos.** Estos lineamientos están establecidos en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria editado por el Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASICA), de la SAGARPA.

Principios generales de la depuración

Los principios generales para llevar a cabo la depuración son:

1. Reanudar la actividad de filtración para que se eliminen los contaminantes.

Será necesario evitar el estrés innecesario en los organismos antes de la depuración, por lo tanto se deberán mantener, hasta donde sea posible, las condiciones fisiológicas de los organismos en las etapas de recolección y de manejo posterior. En este sentido, se sugiere emplear una salinidad que no varíe más de 20% respecto al lugar de recolección (**Tabla II.10**).

Para el oxígeno disuelto se manejan valores del 50 al 60%, aunque la cantidad absoluta de

oxígeno disuelto en el agua varía con la temperatura (se alcanza una concentración más baja con temperaturas más elevadas, mientras que las necesidades de oxígeno de los moluscos bivalvos aumentan con la temperatura). En general, y con un ejemplo en mejillón, los sistemas de depuración mantienen concentraciones de oxígeno de al menos 5 mg/L, que puede variar para otras especies. Hay que cuidar que el método de aireación sea el adecuado, para no comprometer la sedimentación de las heces y pseudo-heces expulsadas.

Para el caso de la temperatura, existen límites superiores e inferiores, fuera de los cuales los moluscos no realizan adecuadamente sus funciones. En la Tabla 11 se muestran valores ilustrativos.

Tabla 9. Límites mínimos de salinidad recomendados para la depuración

Nombre científico	Nombre común	Salinidad mínima (ppt)
Crassostrea gigas	Ostra japonesa	20.5[1] (Reino Unido)
Ostrea edulis	Ostra europea	25.0[1] (Reino Unido)
Mytilus edulis	Mejillón	19.0[1] (Reino Unido)
Cerastoderma edule	Berberecho común	20.0[1] (Reino Unido)
Mercenaria mercenaria	Chirla mercenaria	20.5[1] (Reino Unido)
Tapes decussatus	Almeja fina	20.5[1] (Reino Unido)
Tapes philippinarum	Almeja manila	20.5[1] (Reino Unido)
Ensis spp.	Navaja	30[1] (Reino Unido)
Crassostrea iredalei	Ostra rayada	17.5[2] (Filipinas)
	Ostra	20[3] (Japón)

Fuente Lee et al., 2010.

1 Especificaciones del Reino Unido, por CEFAS.

2 Palpal-Latoc et al., 1986.

3 Reglamentos de la Prefectura de Hiroshima.

Tabla 10. Límites de temperatura recomendados para la depuración.

Nombre científico	Nombre común	Temperatura (° C)	
		Inferior	superior
Crassostrea gigas	Ostra japonesa	8[1]	18[2]
Ostrea edulis	Ostra europea	5[1]	15[2]
Mytilus edulis	Mejillón	5[1]	15[2]
Cerastoderma edule	Berberecho común	7[1]	16[2]

Nombre científico	Nombre común	Temperatura (° C)	
Mercenaria mercenaria	Chirla mercenaria	12[1]	20[2]
Tapes decussatus	Almeja fina	12[1]	20[2]
Tapes philippinarum	Almeja manila	5[1]	20[2]
Ensis spp.	Navaja	10[1]	
Mya arenaria	Almeja babosa	2[3]	20[3]
Mercenaria mercenaria	Chirla mercenaria	10[3]	20[3]

Fuente: Lee *et al*., 2010.
[1] Especificación del Reino Unido por CEFAS en nombre de la agencia británica Food Standards Agency.
[2] Recomendación de Seafish Industry Authority.

[3] NSSP de los Estados Unidos – valores recomendados salvo que se muestre lo contrario con estudios de verificación de procesos

2. Eliminar contaminantes

La eliminación de contaminantes microbianos se consigue principalmente cuando se proporcionan las condiciones fisiológicas adecuadas para que el organismo tenga actividad filtradora y se mantiene un flujo de agua ininterrumpido que pueda extraer del molusco el contaminante. Sin embargo, la eliminación de los virus no necesariamente puede ser efectiva.

3. Prevenir re-contaminación

Para evitar la re-contaminación durante el proceso de depuración se requiere trabajar bajo un sistema de lotes por tandas completas (todo dentro/todo fuera), donde no se añaden más organismos al sistema cuando se inicia el ciclo de depuración. De esta manera se evita que los moluscos que están parcialmente depurados se re-contaminen con el material excretado por los moluscos recién introducidos o que el material fecal depositado se resuspenda por esta introducción.

Hay que recordar que en la planta de depuración se deben de tomar las medidas de bioseguridad que incluyen el lavado de los utensilios, equipamiento, la desinfección y el secado, en caso de que aplique.

En los países con climas templados, son necesarias temperaturas muy por encima del mínimo al que se produce la filtración para poder eliminar a los virus. Por otro lado, existe preocupación de que al aumentar la temperatura proliferen los vibrios marinos dentro del sistema de depuración.

4. Mantener viabilidad

La viabilidad y la calidad se mantienen de la siguiente manera:

• Manejando y almacenando apropiadamente los moluscos antes y después de la depuración

• Proporcionando el flujo de agua y el oxígeno disuelto adecuados durante el proceso de depuración

• Evitando temperaturas muy altas o muy bajas

• Manteniendo al mínimo la acumulación de productos finales, como el amoníaco

Los organismos recién desovados no deben ser depurados ya que se encuentran muy debilitados. Cuando éstos desovan en los tanques de depuración, deben ser retirados y ser devueltos a la zona de recolección.

Métodos de esterilización en la depuración.

Para esterilizar el agua que se utiliza en la depuración, el primer paso es obtener agua filtrada del ambiente y garantizar que cuente con el nivel apropiado de sólidos suspendidos para poder ingresar al sistema. Se usan tres sistemas de depuración: de cloro, luz ultravioleta y ozono.

1. En el caso de utilización de cloro, éste se mezcla con el agua. El cloro mata a todo organismo vivo, incluyendo organismos patógenos y se utiliza una concentración de 2 a 3 mg/L en un tiempo de una hora

La cantidad de cloro a utilizar se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VA\ (L) = \frac{CFR\ (mg/L) \times VT}{CSM\ (mg/L)}$$

Donde:

VA = Volumen a añadir

CFR = Concentración final requerida

VT= Volumen del tanque

CSM = Concentración de la solución madre

Antes de suministrar el agua en los tanques de depuración, se extrae el cloro o se disminuyen sus valores hasta menos de 0.1 mg/L. Esta reducción se consigue agregando Tiosulfato de sodio, con aireación o conduciendo el agua clorada por cascadas en las cuales se desprende el cloro en forma gaseosa.

2. En el caso de la depuración con luz ultravioleta, con frecuencia se utilizan lámparas de baja presión. La unidad de lámpara UV está compuesta por un tubo en el que la lámpara está contenida en una funda de cuarzo y el agua de mar pasa por el espacio entre la funda y el tubo. La eficacia de producción de UV se reduce con el uso; en este sentido, el fabricante suele especificar su vida útil y hay que reemplazarlas una vez que se alcanza esa vida media. Es necesario que se lleve un registro, ya sea manual o automático, de los cambios de lámpara, con el objeto de garantizar que se aplica la dosis correcta al proceso de depuración. Por otro

lado, la efectividad de la esterilización dependerá de la calidad del agua a utilizar, en este caso, de la turbidez, presencia de sales inorgánicas o material orgánico. La cantidad de luz UV que se aplique al agua de mar dependerá de la limpieza de la funda de cuarzo que contiene a la lámpara, por lo que será necesario tenerun calendario de limpieza, con productos aprobados para ese proceso. Para corroborar la eficiencia del sistema se recomiendan cultivos bacteriológicos del agua antes y después del proceso

3. El ozono es efectivo para inactivar a bacterias y a virus, aunque es un proceso de desinfección con costos muy elevados. Se puede comprar en forma gaseosa, en cilindros, o se puede producir en el sitio, mediante luz UV (longitud de onda máxima a 185 nm).

Capacitación y verificación sanitaria

Uno de los factores más importantes para la realización exitosa de cualquier producción animal, incluyendo a la acuicultura de moluscos bivalvos, es la capacitación en materia sanitaria. Como consumidores de productos cultivados o criados, estamos acostumbrados a la existencia de controles y supervisión sanitaria. Nadie cuestiona la aplicación obligatoria de buenas prácticas para la producción, sacrificio y comercialización de cualquier producto de origen animal o vegetal destinados al consumo humano; lo mismo aplica a los productos obtenidos por la acuicultura. La base de esto es la capacitación de todos los actores involucrados, desde los propios productores hasta los consumidores pasando por los comercializadores y autoridades gubernamentales involucradas en esta cadena productiva.

La capacitación es un proceso constante que debe ser considerado como parte integral de las buenas prácticas de cultivo. Los conocimientos se van enriqueciendo conforme aumenta la experiencia y la investigación científica aplicada en el sector. En este sentido es indispensable la continua actualización de conocimientos de los actores involucrados en esta cadena productiva como se ha mencionado antes. La capacitación debe estar a cargo de personal calificado y, en los casos que corresponda, por personal certificado por la Autoridad Competente para tal efecto. No se puede escatimar en el valor del conocimiento y este debe llevarse a los rincones de producción en donde se asientan las propias empresas dedicadas al cultivo de moluscos bivalvos. Es necesario reconocer que en México el sector pesquero-acuícola está conformado en gran parte, por un perfil académico básico que requiere de diseñar una estrategia de capacitación específica para atender a este grupo productivo.

Se debe aspirar, como región, a generar una industria no de subsistencia, como tradicionalmente se ha etiquetado a la acuicultura en América Latina, sino una industria competitiva utilizando las mejores tecnologías y los mejores procesos administrativos y de comercialización que compita a nivel internacional. La capacitación debe ser integral. La vinculación de la investigación científica con las necesidades de producción es indispensable como una vía para la optimización del proceso tecnológico, pero también para participar

activamente en la capacitación y formación de recursos humanos de alto nivel.

- **Disposición en lugares adecuados de los organismos muertos.** Los organismos muertos se retirarán del cultivo y depositados en un lugar predeterminado en tierra. La susceptibilidad a enfermedades está relacionada con el adecuado manejo y las condiciones de cultivo.

Como otras medidas de control del cultivo, se realizarán diversos monitoreos de parámetros ambientales, biológicos, y seguimiento al cultivo entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- **Monitoreo ambiental.** Se llevará a cabo la medición de parámetros ambientales, como temperatura del agua de mar, salinidad, oxígeno y PH, además de otro aspecto importante como **Fitoplancton:** identificación de la composición y abundancia en la zona del cultivo, esto para la oportuna detección de posibles apariciones de florecimientos algales nocivos que pudieran afectar al cultivo por medio bajas de oxígenos y taponamiento de branquias de las semillas. Esta actividad se realizará una vez por semana.
- **Bacteriológicos**. Determinar si en el área de influencia del cultivo existe la presencia de patógenos bacterianos, como bacterias del género *Vibrio* que se ha reportado son altamente patógenos a larvas y juveniles de ostión japonés y otros bivalvos; determinar si en sus aguas circundantes, se encuentran libres de bacterias coliformes fecales y totales por cualquier asentamiento o actividad humana. Se considera de suma importancia llevar el monitoreo de estas bacterias para evitar cualquier contaminación del producto sujeto a cultivo. La periodicidad del monitoreo será mensual.

Empleo de organismos triploides en el Proyecto

La poliploidía es uno de los campos de investigación en la genética de bivalvos que ahora se ha convertido en práctica común, sobre todo la producción de animales triploides (3n). Aunque se hayan producido vieiras, almejas y mejillones triploides, la mayoría de los trabajos se han centrado en la producción de ostras triploides, en particular el ostión japonés triploide.

El interés en desarrollar la tecnología para producir ostras triploides en la costa Pacífica de Norteamérica surgió por dos motivos. En primer lugar, la industria quería disponer de ostras de buena calidad para el consumo durante todo el año para mantener y prolongar la campaña de comercialización. Las gónadas del ostión japonés pueden ocupar hasta el 50% del peso de las partes blandas del cuerpo. Cuando en la primavera el glucógeno se convierte en gametos, el ostión desarrolla un sabor desagradable y después del desove las partes blandas pierden volumen y se vuelven acuosas, convirtiéndose entonces en un producto no apto para la comercialización. En segundo lugar, al evitar el desove se pueden evitar las muertes por la llamada «enfermedad del verano», en parte debida al estrés fisiológico sufrido durante la

época de reproducción. Si al cultivar ostras triploides se pudiera evitar la transformación de glucógeno en gametos, podría reducirse significativamente la tasa de mortalidad.

Los triploides se producen al impedir la meiosis del huevo para que éste permanezca en estado diploide (2n). Cuando los espermatozoides en fase haploide (1n) fecundan un huevo diploide el resultado es un animal triploide (Ilustración 109).

Se puede evitar que los huevos de los bivalvos pasen por la meiosis y alcancen la fase haploide sometiéndolos a un tratamiento térmico o químico. Con el tiempo se ha conseguido perfeccionar la técnica con un nivel de éxito en la producción de triploides del 90%.

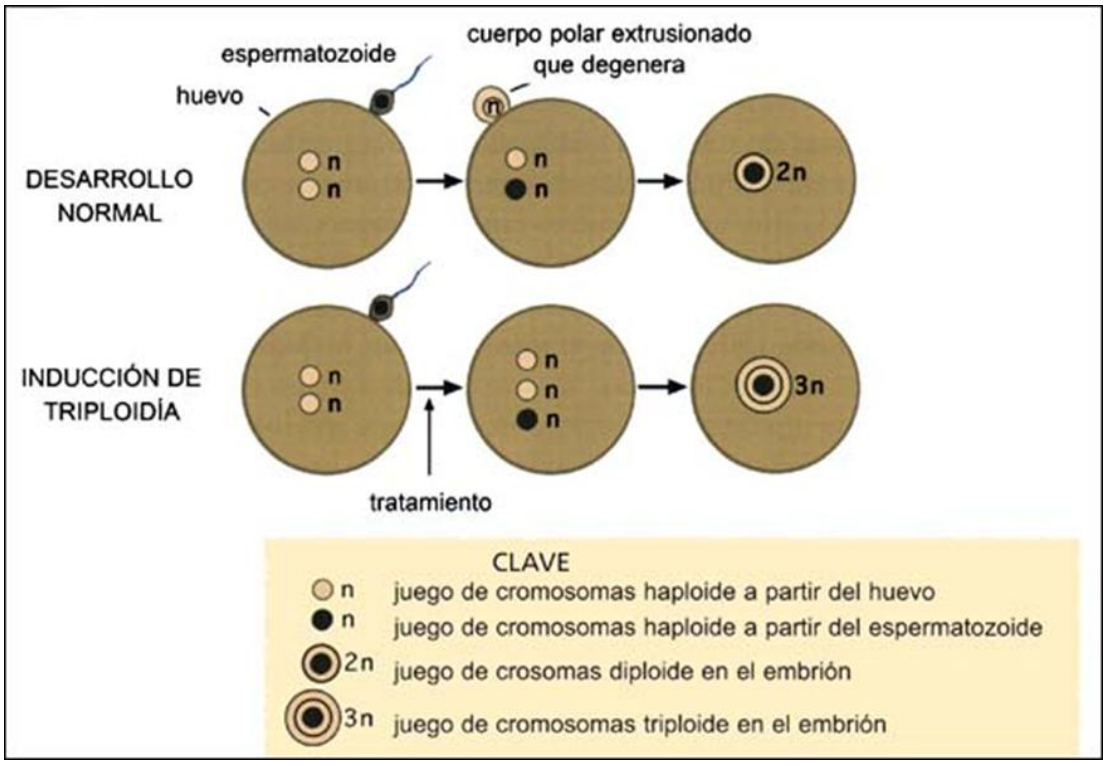


Figura 48. Esquema de la producción de organismos triploides estériles.

Ahora algunos criaderos prefieren el método del choque térmico. Los huevos fecundados normalmente se mantienen a 25 °C, pero se les somete a un cambio brusco de temperatura a 32 °C durante dos minutos y luego se restaura la temperatura a 25 °C. El choque térmico se aplica después de la emisión del primer cuerpo polar, unos veinte minutos después de la fecundación. Este método también se ha perfeccionado y el nivel de éxito en la producción de triploides es el mismo que con el tratamiento químico, es decir un promedio de éxito del 90%.

Tanto el método químico como el térmico son efectivos, pero la mayor desventaja es que raramente se consiguen triploides en el 100% de los casos. Se necesitaba un método que pudiera producir triploides constantemente con cada selección en el 100% de los casos.

Las investigaciones realizadas en Europa y los Estados Unidos han ayudado al desarrollo de

métodos para producir ostras tetraploides (4n). Hasta la fecha sólo se han producido machos tetraploides en el 100% de los casos y esta misma tecnología es la que se emplea tanto en el Laboratorios del CIBNOR como en la empresa Cultivos Robles, principales proveedores de semilla contemplados para este Proyecto. Cuando los organismos tetraploides se cruzan con ostras diploides siempre producen triploides en el 100% de los casos. El método es efectivo y probablemente llegará a emplearse de manera extensiva por los criaderos y la industria de engorde conforme aumente la disponibilidad de tetraploides.

El futuro

En el futuro, la creciente demanda de productos del mar, entre ellos, los bivalvos, indudablemente continuará ascendiendo y habrá que incrementar la producción para satisfacer esta demanda. Es bastante improbable que la oferta de las pesquerías tradicionales de bivalvos aumente significativamente, dado que la mayoría de los stocks naturales se están recolectando a, o cerca de, los niveles máximos, por lo que cualquier incremento productivo importante tiene que venir de la acuicultura. De hecho, la meta actual de muchas actividades de cultivo de bivalvos es restaurar las poblaciones a los niveles anteriores a la sobreexplotación. Las actividades de cultivo en el futuro tendrán que ser lo más eficientes posible, no sólo por motivos de viabilidad económica, sino para aprovechar al máximo las zonas de producción que serán objeto de una creciente presión por parte de las actividades humanas, y que incluso podrán llegar a reducirse por la presión demográfica.

Cualquier aumento de la producción de bivalvos en el futuro implicará un incremento del abastecimiento de semilla fiable, abundante y económica. La recolección de juveniles en las poblaciones naturales seguirá siendo importante, pero ésta es un área limitada, y una parte muy importante del abastecimiento de semilla provendrá de los criaderos. Existen ventajas añadidas en la producción de semilla en los criaderos si lo comparamos con la recolección de semilla natural, entre ellas la fiabilidad, la capacidad de satisfacer la demanda, y la capacidad de proporcionar semilla de cepas seleccionadas, en vez de importar semilla de especies exóticas.

Calendarización o fecha de cosecha.

Las cosechas se llevarán a cabo de manera anual, llegando a tener dos cosechas anuales en primavera y en otoño después del primer año. Para la almeja generosa y almeja mano de león se hará seguimiento del crecimiento y supervivencia.

Técnicas de cosecha.

La cosecha de los individuos cultivados se llevará a cabo mediante la recolección directa de las artes de cultivo. Se desconcharán las almejas de manera adecuada, considerando el aprovechamiento de vísceras para la elaboración de embutidos para consumo humano y la concha para elaboración de artesanías. En el caso de ostión se cosecha en concha, los callos se

evisceran y se comercializa el callo y la almeja generosa se venden vivas.

La cosecha de los individuos cultivados en el fondo se llevará a cabo mediante buceo con compresor en el caso de la almeja. La cosecha de los organismos suspendidos en long-line se hará usando una lancha con motor fuera de borda. La almeja generosa se comercializará viva.

a) Diseño y distribución de los núcleos o agregados de artefactos de cultivo. Implicaciones del diseño seleccionado en las estrategias de mitigación del impacto ambiental del proyecto. Número y dimensión de los artefactos que integran a la unidad de producción.

En otras secciones del manifiesto se dio cumplimiento a esta información.

b) Acotaciones relativas al sitio donde se pretende establecer la unidad de producción (distancia de la unidad a la rivera o límite del cuerpo de agua; profundidad del sitio seleccionado y altura de la fracción de la columna no ocupada por los artefactos de cultivo, sistema de sujeción y anclaje).

Por la variedad de especies y las distintas técnicas de cultivo que se pretenden emplear se utilizara toda la columna de agua, desde la zona intermareal donde se ubicaran las camas y racks hasta los 11 m de profundidad donde se colocaran cercos para la almeja mano de león y chocolata.

c) De acuerdo al patrón de hidrodinámica de las masas de agua en el sitio seleccionado, estimar:

1. Tiempo requerido para lograr el recambio total de agua en el interior del recinto de cultivo

Por las características del cuerpo de agua utilizado, el margen de un canal, se esperan velocidades de corriente de entre 0.25 m/s a 0.50 m/s dependiendo de la fase de la marea, por lo que el tiempo de recambio total de agua en el polígono del proyecto sería entre 35 y 15 minutos lo que impediría la acumulación de residuos fecales y permitiría un flujo constante de agua con una buena saturación de O_2 por lo que este factor no sería una limitante o un factor de riesgo para la viabilidad ambiental del proyecto.

2. Acumulación de materia orgánica en el fondo del sitio seleccionado como consecuencia de la generación de excretas, residuos y alimentos no consumidos.

Como se mencionó en el párrafo anterior de acuerdo al comportamiento hidrodinámico de esta zona contigua a uno de los canales principales del complejo lagunar no se espera que ocurra una acumulación activa de excretas y por la naturaleza del proyecto no existirán restos de alimento sin consumir ya que no se empleara la alimentación de piensos o alimentos balanceados, ya que los organismos filtradores no consumen este tipo de alimento.

Con base al análisis de la hidrodinámica, señalar las medidas que se adoptarán para permitir el adecuado flujo de agua a través de los artefactos de cultivo y la dispersión de los nutrientes y residuos en las áreas a ocupar.

II.4.3. Descripción de las obras asociadas al proyecto

No habrá obras asociadas al proyecto.

El área de limpieza de las artes de cultivo, almacenes y zona de empaque ya existen.

II.4.4. Descripción de las obras provisionales al proyecto

No habrá obras provisionales.

II.5. Programa de trabajo

Etapas	Actividad	Bimestres						Años				
		1	2	3	4	5	6	10	20	30	40	50
Gestión de tramites	Gestión ante las diferentes instancias federales, estatales y municipales para la obtención de las respectivas licencias permisos y autorizaciones.											
Preparación del sitio	Preparación del sitio											
	Levantamiento topo batimétrico y trazo de las zonas de cultivo											
	Colecta de reproductores.											
Etapa de construcción	Construcción de artes de cultivo											
	Instalación de artes de cultivo											
Etapa de operación	Limpieza de artes de cultivo											
	Desdobles y reubicación de organismos											
	Cosecha											
	Aplicación de medidas sanitarias											
	Vigilancia sanitaria											
	Mantenimiento											
Abandono del sitio	Abandono del sitio, aplicación del programa de abandono del sitio y rehabilitación											

II.5.1. Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

Las actividades que se realizaran en el presente proyecto son la siembra de semilla que es muy simple, se colocaran y fijarán las estructuras al sustrato a fin de proteger las semilla contra los depredadores.

II.5.2. Preparación del sitio

La preparación consistirá en recorridos por los buzos para elegir las zonas mas apropiadas libres de rocas y obstáculos, con pendientes suaves y con sustrato homogéneo, preferentemente constituido por una mezcla de fango y arena.

Para la disposición de residuos sólidos se emplearán contenedores con tapa en el campo pesquero La Palizada y Las Botellas cada día se llevarán los residuos al relleno sanitario de Puerto Adolfo López Mateos.

Para la disposición de residuos sanitarios se utilizarán letrinas portátiles a razón de una por cada 10 trabajadores, estas estarán localizadas en el campo pesquero La Palizada y Las Botellas se contratará una empresa especializada para que de mantenimiento a los sanitarios.

No se contempla dar mantenimiento a vehículos o embarcaciones en el sitio del proyecto, no se utilizará pintura en ninguna estructura de cultivo por lo que no se prevé la generación de residuos peligrosos.

II.5.3. Construcción e instalación.

Las artes de cultivo se describieron en las sección “artes de cultivo” cabe mencionar que en el caso no descrito anteriormente del sembrado de la Panopea en el fondo los refugios serán los domos construidos con tubo de PVC de ½” Ø y forrada con malla plástica cuadriculada con una luz de malla de 1 cm^2 dichas estructuras serán construidas en las instalaciones en tierra ubicadas en cada campo por los mismos miembros de la Union con herramientas menores como pinzas, tijeras, arcos con segueta, etc.

Los domos serán transportados apilados en embarcaciones menores al área del proyecto ahí serán colocadas por buzos con equipo autónomo. Una vez fijado el domo en el fondo, los organismos son sembrados por buzos a una densidad de 40 a 50 organismos por metro.

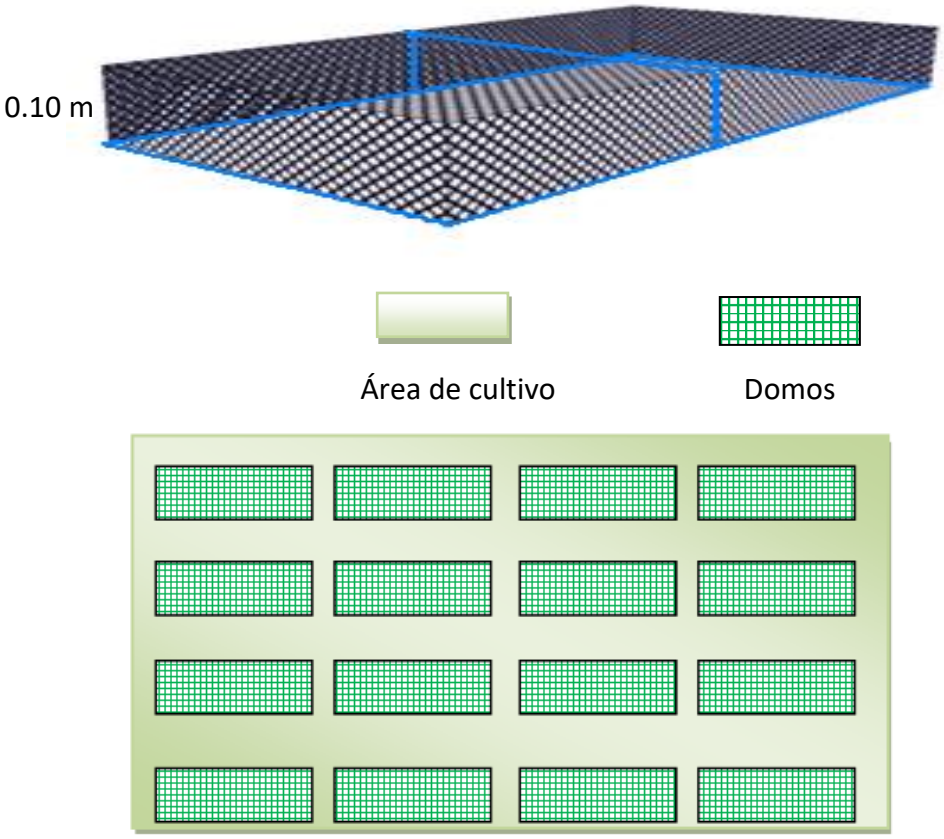


Figura 49. Arriba Domo de protección para el cultivo de almeja generosa. Abajo Esquema de distribución de los artes de cultivo indicando el área de amortiguamiento

Las Líneas Madres se construyen a base de cuerda de nylon de ½" de diámetro con dos flotadores en los extremos y de ahí se fijan al fondo con un sistema de anclaje de concreto. La longitud útil de las líneas será de 100 m y en cada extremo 20 m sumergido y tensado por el sistema de anclaje.

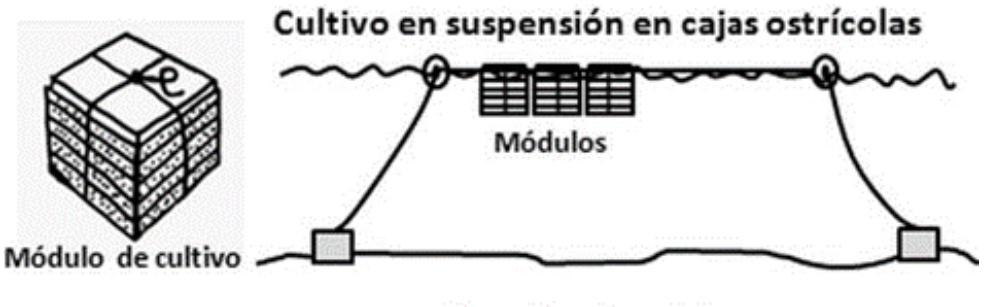


Figura 50. Diagrama esquemático de una línea madre.

Estas actividades están descritas anteriormente y consisten en siembra de semilla en módulos flotantes con malla mosquitera, clareos periódicos, cambio de artes de cultivo limpias en cada

clareo en las etapas de preengorda, cambio del método en suspensión a camas o directamente en el fondo para la etapa de engorda.

Cosecha cuando el organismo alcanza su talla comercial.

Las labores de mantenimiento y limpieza de artes de cultivo se realizan fuera del agua, para eso se transportan los módulos, canastas y poches con todo y organismos a las instalaciones de la unión situados en el campo pesquero La Palizada situadas en la coordenada 392625.48 E 2813459.40 N y en Las Botellas en la bodega situada en las coordenadas 391606.57 E y 2798367.78 N.

Para la disposición de residuos sólidos se emplearán contenedores con tapa en ambos campos pesqueros, cada día se llevarán los residuos al relleno sanitario de Puerto Adolfo López Mateos.

Para la disposición de residuos sanitarios se utilizarán letrinas portátiles a razón de una por cada 10 trabajadores, estas estarán localizadas en ambos campos pesqueros y se contratara una empresa especializada para que de mantenimiento a los sanitarios.

No se contempla dar mantenimiento a vehículos o embarcaciones en el sitio del proyecto, no se utilizará pintura en ninguna estructura de cultivo por lo que no se prevé la generación de residuos peligrosos.

Actividades en tierra

Para la infraestructura destinada al cultivo se contará con una base de operación de pequeña escala en tierra en cada campo, cuya intención es tener a disposición de los operadores los equipos de operación, mantenimiento y seguridad necesarios para las actividades; así como material de cultivo, empaque y maquinaria para los trabajos de selección por tallas. La superficie requerida para esto es mínima y no se realizarán obras o instalaciones de infraestructura permanente, ya que todo el equipo a utilizar en tierra es desmontable y móvil. Este se encuentra fuera del área operativa y del sistema ecológico de ambos esteros.

Los residuos sólidos y orgánicos, la mayoría deshidratados por acción del sol y que son del orden de 10 kilos por mes, producto de la limpieza de las artes de cultivo, se dispondrán en el relleno sanitario de la localidad.

Zona operativa

En la zona operativa se contará con dos plataformas flotantes de 24 m^2 (6 X 4 m) como infraestructura de apoyo en mar, su uso es primordialmente para facilitar el traslado de material para la instalación y mantenimiento de los materiales de cultivo, al igual que el transporte de producto de cosecha y semilla para la siembra. Estas plataformas no cuentan con motor para desplazarse, por lo que son remolcadas mediante embarcaciones menores que cuentan con motores de alta eficiencia, fuera de borda, de bajo caballaje y a gasolina. Estas

plataformas no fijas serán operadas durante tareas de siembra de semilla y desdobles aproximadamente cada 15 días. Para las tareas de limpieza se utilizarán las embarcaciones para transporte de material sobrante y deshecho, los cuales se llevarán a tierra para su posterior manejo.

II.5.4. Etapa de abandono del sitio

En el remoto caso de llegar a un abandono del sitio, no habría ninguna maniobra especial pues lo único que habría que retirar en caso necesario serían las estructuras de sostén y/o protección que pudiesen estar colocadas en ese momento.

II.5.5. Residuos

Se elaborará un reporte de los residuos generados durante las diferentes fases proyectando el volumen que pudiera generarse.

La mayoría de los residuos serian malla mosquitera y ostionera, que es el componente principal de las artes de cultivo, así mismos cabos de nylon, piezas de tubería de PVC, PAD y varillas de acero. Ninguno de los anteriores se considera peligroso por lo que se donarían a una empresa o institución que se dedique a reciclar este tipo de materiales, para su manejo, reciclamiento o disposición, los que no sean aceptados se dispondrán en el relleno sanitario de la localidad de Puerto Adolfo López Mateos.

En este nivel, se incluirán los residuos en cualquier estado de la materia, anotando tanto aquellos que son peligrosos como los que no lo son, así como una estimación de la cantidad de generación de los mismos.

II.5.6. Generación de gases de efecto invernadero

Por la naturaleza del proyecto la utilización de maquinaria o vehículos en las diferentes etapas del proyecto se considera únicamente para acarrear materiales y productos del y hacia el área del proyecto, no se requiere el uso intensivo de maquinaria ya que la alimentación y crecimiento de los organismos se da por un proceso natural de filtración, por lo que no se procesa alimento ni se acude todos los días a proveer de algún insumo a los moluscos bivalvos, por lo que disminuye la producción de gases de efecto invernadero si lo comparamos con la acuacultura de peces o crustáceos.

Otros insumos

Malla ostionera de diferentes mallas de luz para la construcción de bolsas o poches, domos
Canastas nestier,
Tubos de PVC de diferentes diámetros
Cuerdas de nylon
Varillas de 3/8” para la construcción de las “camas”
Cemento y pétreos para estructura de anclaje
Equipo de protección (Guantes, gorras etc.)

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

Para este Capítulo, en función de las características del proyecto, se consultó la página web http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGIRA/Guia/MIAParticular/g_acuicola.pdf, en la que de acuerdo a la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental PESQUERO-ACUÍCOLA modalidad particular, señala que deberán de revisarse la información sectorial; analizarse los instrumentos jurídicos-normativos a los cuales el proyecto esté vinculados; y los usos de suelo en el sitio del proyecto.

En esa tesitura, en la elaboración de este capítulo del proyecto denominado Cultivo bivalvos en el Estero San Vicente, se revisaron los siguientes instrumentos:

III.1. Información sectorial

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, un documento que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal; La incapacidad de generar crecimiento económico sostenido, equilibrado y equitativo impidió que el Estado garantizara los derechos económicos y sociales de la población, destruyendo, en este proceso, una parte fundamental del pacto social que le corresponde. En este tenor, los distintos sectores de la sociedad mexicana necesitan una ruta distinta a la seguida por el neoliberalismo, nuevos objetivos nacionales y estrategias para alcanzarlos y la reconfiguración del pacto social con nuevas reglas de convivencia. Así, el crecimiento económico, el incremento de la productividad y la competitividad no tienen sentido como fines en sí mismos sino como medios para lograr un objetivo superior: el bienestar general de la población.

El Estado debe responder al interés público y no a intereses privados y el cumplimiento de la ley se debe complementar con una nueva ética social. Es por ello que un plan nacional de desarrollo debe expresar la parte del pacto social que le corresponde cumplir al gobierno. En este sentido, el documento correspondiente al periodo 2019-2024 marca el fin de los planes neoliberales y el inicio de una reorientación profunda y general del rumbo nacional y de las reglas de convivencia entre los ciudadanos y los grupos sociales que conforman al país. La elaboración del nuevo documento recoge la voluntad de cambio de paradigma aprobado en las urnas el 1º de julio de 2018 y redefine el concepto mismo de desarrollo, uno donde el poder económico esté claramente separado del poder político.

México goza actualmente de ciertas ventajas que podrían generar un mayor crecimiento como son la disponibilidad de una fuerza laboral joven, un mercado interno grande y con potencial de desarrollo, una de las mayores riquezas de biodiversidad en el mundo, una localización geográfica privilegiada y un atractivo turístico, entre otras.

El adecuado aprovechamiento de dichas ventajas es posible a través de transitar hacia un nuevo esquema de desarrollo en el que el gobierno retome su papel de fomentar el desarrollo económico y social de todas las regiones, priorizando aquellas que se han rezagado. El gobierno debe detonar proyectos y programas productivos en las distintas regiones, asegurar condiciones de competencia y flexibilizar la economía para que el país pueda adaptarse a las necesidades del crecimiento y la adopción tecnológica.

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

Estos objetivos atienden a los principales problemas públicos identificados en cada eje general, que son descritos en el diagnóstico correspondiente. Asimismo, se plantean las estrategias de cada objetivo, que corresponden a los medios que se requieren para alcanzar la solución a cada una de las causas que generan el problema público y que son detalladas en el diagnóstico. De esta forma, las estrategias del PND son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la APF en sus programas derivados. Finalmente, se presentan los indicadores y metas que permitirán medir los avances en el logro de los objetivos que el Gobierno de México se ha propuesto alcanzar.

El Plan contempla como Metas Nacionales: un México con justicia y estado de derecho y un México con bienestar, un México con desarrollo económico; en el tema específico del Sector Pesquero y Acuícola, el Plan Nacional de Desarrollo, destaca lo siguiente:

Objetivo 3.8 Desarrollar de manera sostenible e incluyente los sectores agropecuario y acuícola-pesquero en los territorios rurales, y en los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

El aumento creciente en la demanda de alimentos, productos forestales y servicios eco-sistémicos se refleja en una mayor presión sobre los recursos naturales.

“Se promoverá la inversión y vocación productiva en los pueblos y comunidades indígenas mediante la creación y el fortalecimiento de cadenas de valor regionales, esquemas de comercio justo y el desarrollo de capacidades regionales y locales” En este sentido la actividad acuícola que se propone en este proyecto por medio del esfuerzo conjunto de un número importante de organizaciones económicas reunidas bajo el esquema de una Unión de Productores Acuicolas es congruente con este objetivo.

En otra parte de este apartado señala: “Se implementarán políticas regionales para lograr un desarrollo equilibrado de zonas y territorios agropecuarios y pesqueros, considerando las diferencias en potencial agropecuario y requerimientos de impulso a la producción, empleo e

ingresos. Esto permitirá aumentar la base de productores capaces de atender la demanda local." Uno de los objetivos más importantes de la Unión es convertirse en una unidad productiva capaz de atender la demanda local y regional de estos productos en primera instancia para luego concurrir en el mercado internacional.

Finalmente, el documento señala en este Objetivo que se fomentará el uso sostenible de los recursos naturales, suelos y agua, y se considerarán los efectos del cambio climático en la producción agrícola, acuícola y pesquera.

Este último aspecto es la directriz básica de este esfuerzo productivo donde se pretende incrementar la oferta de productos marinos haciendo un uso sostenible de los recursos naturales e incrementar la producción en el largo plazo sin afectar las poblaciones silvestres que se encuentran menguadas por años de explotación pesquera en la bahía de Magdalena.

- **Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024**.

Recursos Naturales para la Pesca y Acuacultura

México posee una extensión territorial de 1,964,375 km², con una superficie continental de 1,959,248 km² e insular de 5,127 km². También ostenta una gran variedad de sistemas costeros y marinos dentro de sus aguas territoriales: 12,500 km² de superficie de lagunas costeras y esteros y 6,500 km² de aguas interiores como lagos, lagunas, represas y ríos. Además de la extensión de sus Litorales: 629,925 ha al Litoral del Pacífico y 647,979 ha al Litoral del Golfo de México y el Mar Caribe; y una Zona Económica Exclusiva de 200 millas marinas2. Asimismo, se cuenta con 160 sistemas lagunares costeros con una superficie aproximada de 1,277,904 ha. En el Océano Pacífico se encuentran 111 lagunas con una superficie estimada de 629,925 ha.

Unidades de Producción Acuícola

Las actividades acuícolas se desarrollan con un total de 9,230 Unidades de Producción Acuícola6, de las cuales 4 mil son dedicadas a la acuacultura rural y comercial, con una superficie de 250,860 hectáreas abiertas al cultivo, en la cual se emplean 6,401 personas. La población interesada en desarrollar proyectos acuícolas de diversas escalas (autoconsumo a industriales) tienen la percepción de una sobrerregulación para desarrollar la acuacultura de manera legal, lo que se traduce en que una gran parte de la acuacultura se realiza sin título o autorización, lo que dificulta la toma de decisiones y/o el manejo en caso de alguna problemática (sanidad, inocuidad, dispersión de recursos, etc.) regional o bien que se pierda el interés en el desarrollo de proyectos acuícolas de cualquier escala; es decir, que se carece de planes de ordenamiento acuícola. Un problema histórico que se ha venido arrastrando, es que la pesca y la acuacultura no han sido consideradas como actividades primarias, lo cual aseguraría mayores beneficios a estos sectores mediante la inclusión en programas concurrentes para contribuir de una manera más importante al desarrollo rural integral de manera sustentable (precios preferentes en hidrocarburos y tarifas eléctricas, etc.), así como

en el uso y aprovechamiento del agua. De acuerdo con datos oficiales hay un total de 295,033 personas dedicadas directamente a la pesca y acuacultura, de las cuales 238,783 se dedican a la captura y 56,250 a la acuacultura.

El presente programa contempla la atención de problemáticas identificadas, las cuales a forma de atención prioritaria se pueden enmarcar en 3 objetivos prioritarios. Objetivo prioritario 1. Contribuir como actividad de pesca y acuacultura a la seguridad alimentaria prioritariamente a la población ubicada en zonas rurales. Objetivo prioritario 2. Mejorar el ingreso y reducir la pobreza de comunidades pesqueras y acuícolas. Objetivo prioritario 3. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas de interés comercial.

El presente proyecto se ajusta al objetivo principal de este **Programa Nacional de Pesca y Acuacultura**, realizando actividades de acuacultura en el medio rural se pretende enlazar la producción de moluscos bivalvos y su consumo a través del desarrollo de infraestructura en puntos estratégicos regionales en los que se integren los procesos de valor agregado, el almacenaje y la pignoración.

- **Plan Estatal de Desarrollo, Baja California Sur.**

El PED de Baja California Sur, señala que dentro de los sectores potenciales de la entidad, existen actividades en particular que apenas comienzan a surgir, pero que cuentan con grandes oportunidades para detonarse como la acuicultura.

En el apartado de Pesca y Acuicultura: Aprovechamiento Responsable y Competitivo, el PED, menciona que Baja California Sur se distingue en el contexto pesquero mexicano, por disponer de los más amplios litorales, cuenta con una línea de costa de 2 705 km incluyendo las islas, lo que corresponde al 23 por ciento del total nacional, esta ubicación ha propiciado la creación de diversos ambientes, por un lado en la costa occidental se ubica la zona de transición entre el clima templado y tropical, mientras que en la costa oriental el ambiente del Golfo de California es característico de una cuenca de evaporación con temperaturas cálidas.

Estas diversidades de ambientes costeros son donde se han desarrollado una gran variedad de especies marinas y significa una de las principales fortalezas de la entidad. Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), entre 2011 y 2018 la producción pesquera en el estado alcanzó un promedio de 170,000 toneladas de productos del mar, con un máximo de 191,000 toneladas, integradas por especies como almejas, escamas, rayas y tiburones, langosta y camarón. El volumen de producción representa el 9.5% del total del país y posiciona al estado en el tercer lugar nacional, solo por debajo de Sonora y Sinaloa.

En cuanto a la problemática sectorial, en general las actividades pesqueras y acuícolas revelan la necesidad de llevar a cabo acciones para su ordenamiento y fortalecimiento integral, con un enfoque de atención hacia los grupos más vulnerables que existen en las comunidades costeras rurales y que requieren mayor atención en cuanto a capacitación técnica, asesoría y

seguimiento de sus proyectos. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE BAJA CALIFORNIA SUR 2021-2027 193 Sin embargo, si bien por un lado en la entidad se dispone de una gran diversidad de recursos marinos, por el otro se observa una limitada disponibilidad para sostener la actividad. Las evaluaciones del Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca (INAPESCA), expresadas en la Carta Nacional Pesquera, confirman que el 90% de las pesquerías que se realizan en el estado han llegado al máximo sustentable; en consecuencia, la recomendación general del Instituto es no incrementar el esfuerzo pesquero actual, mientras aquellas especies que todavía muestran potencial requieren de estudios poblacionales que permitan determinar hasta donde es posible incrementar el esfuerzo pesquero. Lo anterior contrasta con el hecho de que existe un aumento natural en el número de personas que recurren al mar para buscar una fuente de alimentos y/o trabajo; estas, al no contar con un permiso de pesca, incurren en innumerables acciones de pesca ilegal y furtiva, lo cual pone en riesgo el ordenamiento y la sustentabilidad de las pesquerías perjudicando a los pescadores que aprovechan legalmente los recursos marinos. En este marco en el que se observa que la pesca extractiva llegó a sus límites sostenibles, sobre todo en las pesquerías de mayor rentabilidad económica, la actividad acuícola y particularmente la ostricultura, ha tomado un papel protagónico, relevante como una real alternativa de reconversión productiva sobre todo en aquellas regiones donde la pesca no puede crecer más. La importancia de la acuacultura radica en una considerable derrama económica por la generación de mano de obra y alimentos, sin soslayar su contribución a la liberación de la presión sobre las pesquerías sobreexplotadas.

Y en específico para el Sector Acuícola señala que la acuicultura, en los últimos años, se ha convertido en una alternativa real e importante para ampliar la oferta alimentaria del estado y crear fuentes permanentes de empleo, así como un medio para disminuir la presión sobre los recursos pesqueros, en particular los de las riberas.

Sin embargo, la acuacultura tiene sus propias limitantes: por un lado, el cultivo de camarón enfrenta restricciones de tipo ambiental, requerimientos muy altos de inversión y de personal altamente capacitado, así como de espacio para construir estanquería. De manera semejante, el cultivo de peces requiere también cuantiosa inversión y personal capacitado, pero además carece de juveniles disponibles para las principales especies. En cuanto a los moluscos bivalvos, los requerimientos técnicos y de inversión son significativamente menores. Su problemática es menos compleja y se relaciona con la disponibilidad de espacio geográfico marino para establecer nuevas unidades de producción. Por otro lado, aunque se cuenta con la tecnología para producir semilla de las principales especies, existe un problema de abasto, pues se requieren anualmente grandes cantidades de este insumo para cubrir la demanda que representa el esfuerzo acuícola actual de moluscos bivalvos en el estado.

Haciendo énfasis en que “El Gobierno Estatal está empeñado en fortalecer estas actividades económicas, a fin de incidir en la conservación y uso sostenible de los recursos marinos y

acuícolas, lo cual sin lugar a duda requiere de reforzar los vínculos de coordinación y concurrencia de los actores involucrados en este importante sector, incluso entre aquellos que dependen de la pesca para su alimento, empleo e ingreso, de manera que el aprovechamiento responsable y competitivo de la pesca y la acuacultura se haga realidad en la entidad."

Tabla 11. Grado de compatibilidad del proyecto con las políticas y estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de Baja California Sur.

Capítulo	Política / Estrategia	Cumplimiento
Desarrollo Social y Calidad de Vida	Establecer esquemas de fomento que permitan la consolidación de la acuacultura rural, la cual se encontrará orientada a incrementar su eficiencia productiva, reducir posibles impactos e incrementar la rentabilidad económica y social.	El proyecto tiene como objetivo el cultivo acuícola de moluscos bivalvos, lo cual contribuirá en el mejoramiento de la calidad de vida de la región.
Desarrollo Económico Sustentable	Impulsar las alternativas de desarrollo dentro de las Áreas Naturales Protegidas atendiendo a la vocación de la región y valorando la viabilidad del proyecto en términos de sustentabilidad tanto de conservación del medio como del desarrollo económico.	La construcción y operación del proyecto cultivo de moluscos bivalvos en esta zona, solo es posible por sus características y vocación natural, lo que permitirá ampliar la oferta de empleos y contribuirá en el desarrollo regional.

- **Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024**

En el Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable para el Municipio de Comondú para desarrollar y aplicar los instrumentos necesarios para garantizar un acompañamiento persistente y de calidad, a la sociedad rural con servicios de asesoría certificados en sus capacidades y competencias; Proporcionando los servicios y apoyos para el desarrollo de la unidad rural familiar, así como de la infraestructura para las actividades y servicios en el campo; Promoviendo la investigación y transferencia de tecnología, educación y capacitación acordes a las condiciones culturales y socioeconómicas de la población rural a fin de elevar su calidad de vida. Diseñando prácticas productivas agrícolas, pecuarias, forestales y acuícolas, agrosilvopastoriles, orientadas a la conservación, restauración mejoramiento y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, buscando que los proyectos de conservación, restauración y aprovechamiento sustentable y sostenible de los recursos naturales serán prioritarios sobre aquellos que sean de sobreexplotación y deterioro de los ecosistemas; Estableciendo un sistema de desarrollo rural sustentable y/o sostenible, mediante el extensionismo rural coordinado, con la participación de todas las instancias gubernamentales que inciden en el sector rural, que permita la atención directa y permanente en campo a las familias rurales; Objetivo: El reordenamiento de las actividades productivas del Municipio que permita la reconversión, optimizando el uso sustentable del agua, el suelo, el clima, el mar y los demás recursos naturales partiendo de una regionalización que implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes como base de la planeación, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de las regionalizaciones es que su objetivo principal es incluir toda la

heterogeneidad que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones vitales. En esa tesitura, el proyecto Cultivo de bivalvos se encuentra vinculado en la Región Pacifico Sur y es congruente con el Plan, dado que vendrá a apoyar al desarrollo económico de la región.

Regionalización del Desarrollo en el Municipio de Comondú

Regionalizacion de nuestro municipio		
Región		**Localidades**
1	Pacífico Norte	La Poza Grande -Francisco Villa - Las Barrancas San Juanico -Cadejé
2	Pacífico Sur	Pto. Adolfo López Mateos -Pto. San Carlos Pto. Alcatraz - Isla Magdalena
3	Sierra Norte	San José de Guajademí -Paso Hondo - Carambuche San Isidro - La Purísima - San Miguel de Comondú Sal José de Comondú
4	Sierra Centro	Jesús María - San Dionisio de Quepo - San José de la Noria El Sauce – Tequesquite – Batequitos
5	Sierra Sur	Tepentú - San Luis Gonzaga – La Presa
6	Valle Ejidal	Ley Federal de Aguas N° 1 al N° 5 - Villa Morelos Josefa Ortiz de Domínguez – Ramaditas -Villa Hidalgo Benito Juárez - Villa Ignacio Zaragoza - Santo Domingo María Auxiliadora
7	Valle Agrícola	Ciudad Insurgentes - Ciudad Constitución



III.2. Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

Las principales leyes y reglamentos, en materia ambiental, que están vinculados de manera directa y a los cuales queda sujeto el desarrollo del proyecto denominado **"Cultivo de bivalvos en El Estero San Vicente"**, con pretendida ubicación en el área ya descrita, están los siguientes:

En primer término la Ley suprema que es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y de este arreglo jurídico supremo, se desprenden o sustentan diversos instrumentos jurídicos, así como las leyes reglamentarias, de las cuales se vinculan al proyecto las siguientes:

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

Sin lugar a duda, La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente representa el principal precepto jurídico para someter la manifestación de impacto ambiental a las autoridades de la Federación para evaluar en materia ambiental las actividades que se pretenden desarrollar en el proyecto, ya que por su carácter y propias características, la actividad del sector acuícola corresponde, en cuanto a competencia en materia ambiental, al ámbito de la Federación; en ese sentido, es claro lo que dispone la Ley en el Artículo 51, en el sentido que para los fines señalados Capítulo de Áreas Naturales Protegidas, que en estas áreas se permitirán y, en su caso, se restringirán o prohibirán las actividades o aprovechamientos que procedan, de conformidad con lo que disponen esta Ley, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley Federal del Mar, las convenciones internacionales de las que México sea parte y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

Señala que las autorizaciones, concesiones o permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales en estas áreas, así como el tránsito de embarcaciones en la zona o la construcción o utilización de infraestructura dentro de la misma, **quedarán sujetas a lo que dispongan los Programas de Manejo y las declaratorias correspondientes**, instrumentos ya analizados anteriormente.

Por otro lado, los capítulos y secciones de la LEGEEPA que se vinculan y en consecuencia tienen injerencia en el proyecto son los siguientes:

Evaluación del Impacto Ambiental;

Lo establecido en este capítulo de la Ley General en cuanto a la obligatoriedad y el vínculo que guarda con el proyecto, así como el cumplimiento de sus términos ya fueron descritos al inicio de este Capítulo;

Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos

En el Capítulo II de esta manifestación se describe, el proceso que el promovente utilizará en el proyecto.

Protección al Ambiente

Como lo establecen los artículos de este rubro el promovente del proyecto como

Disposición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Proyecto
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:* ***XI.*** *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*	Al ser la SEMARNAT la autoridad competente para hacer cumplir estas disposiciones, para la construcción y operación del proyecto, el promovente gestionará ante ella la autorización en materia de impacto ambiental, mediante el ingreso de la MIA para su evaluación a la Delegación en el estado de B.C.S.

responsable de las fuentes contaminantes proporcionará la información, datos y documentos necesarios para la integración del registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos, así como de aquellas sustancias que pudiese en base a la normatividad aplicable determinar la autoridad.

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

En diversos capítulos de esta manifestación se describe el manejo de manera segura y ambientalmente adecuada, que se le dará en su caso a los residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, esto es, que se sujetarán a los dispuesto a la Ley, su Reglamento, a las normas oficiales mexicanas, así como a las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven, así como los que emitan las autoridades locales.

Este manejo y disposición lo hará el promovente del proyecto por si solo o a través de la contratación de los servicios de empresas o gestores autorizados para tales efectos, o bien en su caso transferirlos a industrias para su utilización como insumos, como lo establece el artículo 42 de la Ley.

- **Ley de Aguas Nacionales**

Uno de los recursos de mayor importancia para el desarrollo en general de una región, lo representa el recurso agua, para Baja California Sur indiscutiblemente no solo le es importante, le es indispensable, en razón de depender 100 % de sus acuíferos subterráneos, su baja disponibilidad, escasa captación y casi nula posibilidad de almacenamiento de forma natural

en la superficie, aunado a que en el área está declarada como zona de veda para la extracción de agua subterránea y el acuífero de la región está sobreexplotado, el promovente no pretende en principio utilizar agua dulce subterránea para el funcionamiento del proyecto.

- **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**. (DOF 07-06-2013)

Esta Ley aplica a toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente. El responsable queda obligado a reparar el daño o, cuando no sea posible, deberá cubrir la compensación ambiental que proceda conforme a la misma. Asimismo, queda obligado a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. Establece que cuando el daño se ocasione por un acto u omisión ilícita dolosa, el responsable estará obligado, además, a pagar la sanción, tomando en cuenta su capacidad económica, la gravedad del daño y el carácter intencional o negligente de la violación. Así mismo, la Ley determina la responsabilidad de las personas morales de los daños ocasionados por sus representantes, administradores, etc., así como de las personas que se valgan de un tercero para realizar la conducta causante del daño. No obstante, cuando el daño al ambiente se cause exclusivamente por un caso fortuito o fuerza mayor, no existirá responsabilidad alguna.

También establece los mecanismos alternativos de solución de controversias (mediación, la conciliación, etc.) que permitan a las personas prevenir conflictos, o en su caso, solucionarlos, sin necesidad de intervención de los órganos jurisdiccionales, salvo para garantizar la legalidad y eficacia del convenio adoptado por los participantes y el cumplimiento del mismo.

Disposiciones de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Vinculación y observancia del Proyecto
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.-*** *…….* *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*.	El promovente, a través de la presentación de **la MIA, está asumiendo el cumplimiento a lo establecido** en las leyes ambientales, así como aquellos ordenamientos cuyo objeto o disposiciones se refieran a la preservación o restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente o sus elementos. Así mismo, cumplirá con las condicionantes del resolutivo emanado de la evaluación de impacto ambiental para evitar incurrir en daños medioambientales y violación de los supuestos establecidos por esta Ley.

- **Ley de Vertimiento en las Zonas Marinas Mexicanas.** (DOF 17-01-2014)

Como se establece en el Artículo 1 de esta Ley tiene por objeto *"el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas"*; Considerando que el proyecto, se revisó y analizó lo dispuesto por esta Ley para determinar su posible vinculación con el proyecto.

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta lo dispuesto en el Artículo 3 de la Ley en comento, que indica: " Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:

I. *Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*
II. *El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, así como las que se deriven de éste;*
III. *El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho del mar o en el subsuelo de éste desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*
IV. *El abandono de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, u otros objetos, incluyendo las artes de pesca, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas;*
V. *La descarga de cualquier tipo de materia orgánica como atrayente de especies biológicas, cuyo fin no sea su pesca;*
VI. *La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y*
VII. *La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación."*

Dado que en principio, no se encuentran elementos que vinculen al proyecto con lo dispuesto en esta Ley, el promovente solicitara a la SEMAR su opinión o si se requiere gestionar el permiso respectivo en los términos y condiciones que establece el artículo 19 de la Ley, mismo que dispone los requisitos que deben presentarse para tal fin (mediante el ingreso del formato "h", ante la autoridad competente).

- **Análisis de los Reglamentos de las Leyes Federales (Vía Administrativa).**

Un **reglamento** es una norma jurídica de carácter general dictada por la Administración Pública y con valor subordinado a la ley; Son la consecuencia de las competencias propias que el ordenamiento jurídico concede a la Administración Pública.

1. **Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente:**

a) En Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Reglamento que determina los requerimientos e información que se debe presentar para las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de jurisdicción federal; en ese sentido el proyecto se encuentra totalmente vinculado con este mandato y en consecuencia cumple con lo dispuesto en el mismo en virtud de cómo lo establece, el proyecto se elaboró considerando los requerimientos que solicita, los estudios de línea base necesarios tanto para el diagnóstico, identificación de los impactos, como para la implementación de acciones para mitigar o evitar esos impactos, además de que se someterá para su aprobación en materia ambiental a la autoridad ambiental competente, en este caso de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 4º del Reglamento a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de su Delegación en el estado de Baja California Sur, por tratarse de una actividad de competencia de la Federación, como lo determina puntualmente el Artículo 5º de este Reglamento, en el sentido de:

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

- **Normas Oficiales Mexicanas**

De acuerdo con las características del proyecto, las Normas Oficiales Mexicanas que están vigentes y que regularán el proyecto serán las que se muestran en las **Tablas 14 y 15**.

- **Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica**

El sitio del proyecto no se ubica en una zona para la cual apliquen programas de restauración y restablecimiento ecológico.

- **Bandos y reglamentos municipales**

a) <u>Bando de Buen Gobierno para el Ayuntamiento de Comondú</u>

Este ordenamiento no menciona ninguna política a seguir fuera de la mancha urbana de la cabecera municipal del municipio de Mulegé (Cd. Constitución).

Tabla 12. Normas oficiales Mexicanas vinculadas con el proyecto (P = Preparación del sitio, C = Construcción, OM = Operación y mantenimiento).

Norma	Etapa de aplicación			Cumplimiento por el Proyecto
	P	C	O/M	
En Materia de Contaminación de Suelo				
NOM138-SEMARNAT-SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	X	X	X	No obstante que el promovente del proyecto a través de sus responsables en la materia estarán supervisando que las medidas preventivas se lleven conforme lo programado para evitar tirar; en el fortuito caso de que ello ocurriera se apegará a lo dispuesto por esta norma
NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	X	X	X	Su cumplimiento estará en función de los programas preventivos y correctivos para que los límites máximos permisibles de la tabla 1 de esta norma no sean rebasados. Establecer los requisitos mínimos para que el responsable del proyecto seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.
NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	X	X	X	Se instrumentarán los mecanismos necesarios para que todo el personal utilice los equipos e instrumentos necesarios para su protección personal de acuerdo con lo que establezca la Comisión de Seguridad e Higiene.
Para el control, manejo y transportación de residuos				
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	X	X	X	Tanto en el capítulo II, como en las medidas de mitigación se describe con detalle los residuos que se generaran durante las etapas del proyecto y en consecuencia el manejo que se le dará de acuerdo a lo dispuesto por estas normas.
Flora y fauna				
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	X	X		El promovente dispondrá e implementará las acciones y actividades para el debido cumplimiento no solo de esta norma, sino de las que se enuncian en las medidas de mitigación de este manifiesto y de las que en su momento determine el resolutivo.

Tabla 13. Normas y documentos emitidos por diferentes Secretarías

Clave de la Norma: **NOM-010-PESC-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura u ornato, en el Territorio Nacional. Publicación en DOF: 16 agosto 1994 Entrada en Vigor: al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. Dependencia: México. Secretaría de Pesca.
Clave de la Norma: **NOM-011-PESC-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. Publicación en DOF: 16 agosto 1994 Entrada en Vigor: un año después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. Dependencia: México. Secretaría de Pesca.
Clave de la Norma: **NOM-027-SSA1-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 3 marzo 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días posteriores a su publicación. Aclaraciones: 24 marzo 1995 Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-028-SSA1-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Pescados en conserva. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 3 marzo 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-030-SSA1-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Crustáceos en conserva. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 31 enero 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-031-SSA1-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 6 marzo 1995 Entrada en Vigor: a los trescientos sesenta y cinco días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-032-SSA1-1993** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos en conserva. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 6 marzo 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Aclaraciones: 19 enero 1996 Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-048-SSA1-1993**

Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993, que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. Publicación en DOF: 9 enero 1996 Entrada en Vigor: 10 enero 1996 Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: **NOM-110-SSA1-1994** Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Publicación en DOF: 16 octubre 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-112-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnicas del número más probable. Publicación en DOF: 19 octubre 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-113-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Publicación en DOF: 25 agosto 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-114-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos. Publicación en DOF: 22 septiembre 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Aclaraciones: 13 diciembre 1995 Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-115-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos. Publicación en DOF: 25 septiembre 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-120-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. Publicación en DOF: 28 agosto 1995 Entrada en Vigor: a los ciento ochenta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-128-SSA1-1994 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-128-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca. Publicación en DOF: 12 junio 1996 Entrada en Vigor: 1 diciembre 1997 Dependencia: México. Secretaría de Salud.

Clave de la Norma: NOM-129-SSA1-1995 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-129-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 10 diciembre 1997 Entrada en Vigor: 2 mayo 1998 Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-029-SSA1-1993 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-029-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Crustáceos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: 27 febrero 1995 Entrada en Vigor: a los treinta días siguientes a partir de su publicación. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-00-SSA1-2002 Título de la Norma: Productos de la pesca. Frescos, refrigerados y congelados. Publicación en DOF: proyecto en proceso de expedición como Norma Oficial Mexicana. Entrada en Vigor: proyecto en proceso de expedición como Norma Oficial Mexicana. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-201-SSA1-2002 Título de la Norma: Bienes y servicios. Agua y hielo para consumo humano envasados y a granel. Especificaciones sanitarias. Publicación en DOF: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-201-SSA1-2002. Entrada en Vigor: 1 de agosto de 2002.. Dependencia: México. Secretaría de Salud.
Clave de la Norma: NOM-001-SEMARNAT-1996 Título de la Norma: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicación en DOF: 6 enero 1996. Entrada en Vigor: al día siguiente de su publicación Dependencia: México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
Clave de la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010. Título de la Norma: 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 Publicación en DOF: 6 marzo 2002 Entrada en Vigor: La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días naturales posteriores al de su publicación en el DOF. Dependencia: México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Anexo del Acuerdo por el que se aprueba la CARTA NACIONAL PESQUERA Publicación en DOF: 28 de agosto de 2000 Entrada en Vigor: 17 de agosto de 2000 Dependencia: México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

III.3. Usos actuales del suelo en el sitio del proyecto

El 05 de diciembre de 2016, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto Presidencial mediante el cual se estableció la Reserva de la Biosfera "**Islas del Pacífico de la**

Península de Baja California." Incluye al Archipiélago de Bahía Magdalena y uno de los polígonos se encuentra parcialmente en la zona de amortiguamiento.

Tabla 14. Zonificación Archipiélago Bahía Magdalena (Superficies)

Nombre Zona núcleo	Zona núcleo terrestre (ha)	Zona de amortiguamiento terrestre (ha)
Isla Santo Domingo	1,189.211060	-
Isla Santa María	2,303.080088	-
Isla Magdalena	28,130.765271	65.036941
Isla Pájaros	5.197995	-
Isla Pauquino	224.661754	-
Isla San Gil	50.387587	-
Isla Creciente	1,810.778877	-
Islotes	-	329.869795
Archipiélago	**33,714.082632**	**394.906736**

El polígono 1 del proyecto no ocupa para sus actividades ninguna porción terrestre o marina del polígono del Archipiélago de Bahía Magdalena, se encuentra en la proximidad de la Isla Santo Domingo a 33 metros en el caso del Polígono 1 y el Polígono 2 a 1.83 kilómetros. En las botellas el Polígono 3 se encuentra a 3.08 kilómetros.

Que las reservas de la biosfera se constituyen en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados o restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

Que en el Océano Pacífico frente a la costa occidental de la Península de Baja California, se localizan veintiún islas y noventa y siete islotes de jurisdicción federal, algunas agrupadas en archipiélagos y cuyos nombres de norte a sur son islas Coronado Norte, Coronado, Coronado Centro, Coronado Sur y tres islotes; islas Todos Santos Norte, Todos Santos Sur y dieciocho islotes; Isla San Martín; Isla San Jerónimo y un islote; Isla Adelaida; islas San Benito Oeste, San Benito de En Medio, San Benito Este y veintitrés islotes, e isla Cedros y diez islotes, frente al estado de Baja California; así como las islas Santo Domingo y dieciséis islotes, Isla Santa María y tres islotes, Isla Magdalena y diecisiete islotes, Isla San Gil y dos islotes, Isla Pauquino y cuatro islotes, islas Pájaros y Creciente, y la Isla Los Alijos, frente al estado de Baja California Sur;

La superficie bajo protección definida por el decreto es de un total de 1,161,222-97-89.71 hectáreas (un millón ciento sesenta y un mil doscientas veintidós hectáreas, noventa y siete áreas, ochenta y nueve punto setenta y una centiáreas), de las cuales 70,139-62-39.87 hectáreas (setenta mil ciento treinta y nueve hectáreas, sesenta y dos áreas, treinta y nueve punto ochenta y siete centiáreas), corresponden a la superficie terrestre y 1,091,083-35-49.84 hectáreas (un millón noventa y un mil ochenta y tres hectáreas, treinta y cinco áreas, cuarenta

y nueve punto ochenta y cuatro centiáreas) corresponden a la superficie marina. En el Decreto se proporciona la descripción topográfica-analítica de dicha delimitación.

En el Decreto se reconoce "que los propósitos principales de la Reserva de la Biosfera, son preservar la diversidad genética de las especies florísticas y faunísticas peninsulares, insulares y marinas, **así como propiciar el desarrollo socioeconómico regional mediante el aprovechamiento integral de sus recursos naturales**, a través del fomento de la investigación y tecnología aplicada, la educación ambiental e histórica-cultural y las actividades recreacionales turísticas".

El Decreto señala la existencia de dos zonas:

A) Zonas núcleo, consideradas como las superficies mejor conservadas o no alteradas, que alojan, ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia o especies de flora y fauna que requieren de protección especial, en donde las únicas actividades permitidas son la preservación de los ecosistemas y sus elementos, así como la investigación científica.

B) Zona de amortiguamiento, como la superficie que se destina a proteger a las zonas núcleo del impacto exterior y en donde se pueden realizar actividades productivas, educativas, recreativas, de investigación aplicada y de capacitación, que deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas y a los usos del suelo. Localización del área de estudio respecto a las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera “Islas del Pacífico de la Península de Baja California**.**”

En cuanto a las obras públicas o privadas el Decreto especifica que no serán autorizadas dentro de las zonas núcleos, aquellas que causen desequilibrios ecológicos o rebasen los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas. Asimismo señala que "todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del área considerada como zona de amortiguamiento, deberá contar con la autorización expresa de la SEMARNAT en los términos de los artículos 28, 29 y 34 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Del mismo modo señala que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen acciones o ejerzan inversiones en el área de la Reserva de la Biosfera “Islas del Pacífico de la Península de Baja California**.**” lo harán en congruencia con los fines y propósitos del Decreto, solicitando para el efecto autorización de la SEMARNAT.

De acuerdo a los términos del Decreto Presidencial de declaratoria de la Reserva, **el sitio de ubicación del proyecto Cultivo de bivalvos *no* se localiza dentro del área *del polígono del Archipiélago de Bahía Magdalena***. (**Figura 51**).

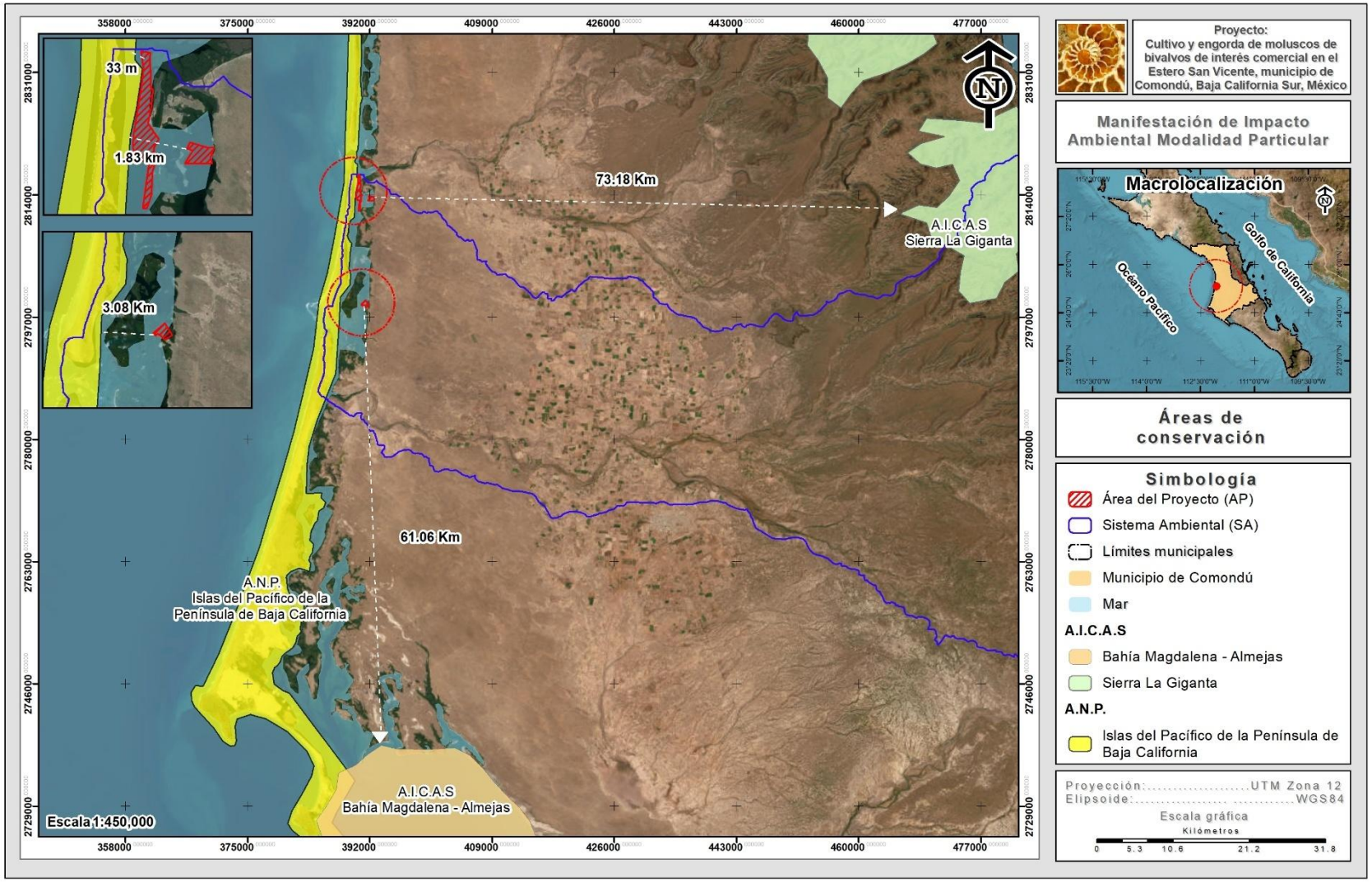


Figura 51. Ubicación de la AP con respecto a las Áreas de Conservación

AICAS

Por su naturaleza, el proyecto es una obra de infraestructura mínima, de apoyo a la producción acuícola, y en tal sentido se integra con los propósitos del programa general de manejo de promoción del desarrollo rural. El proyecto no se contrapone a ninguna de las normas de uso de los recursos naturales señaladas en el Decreto.

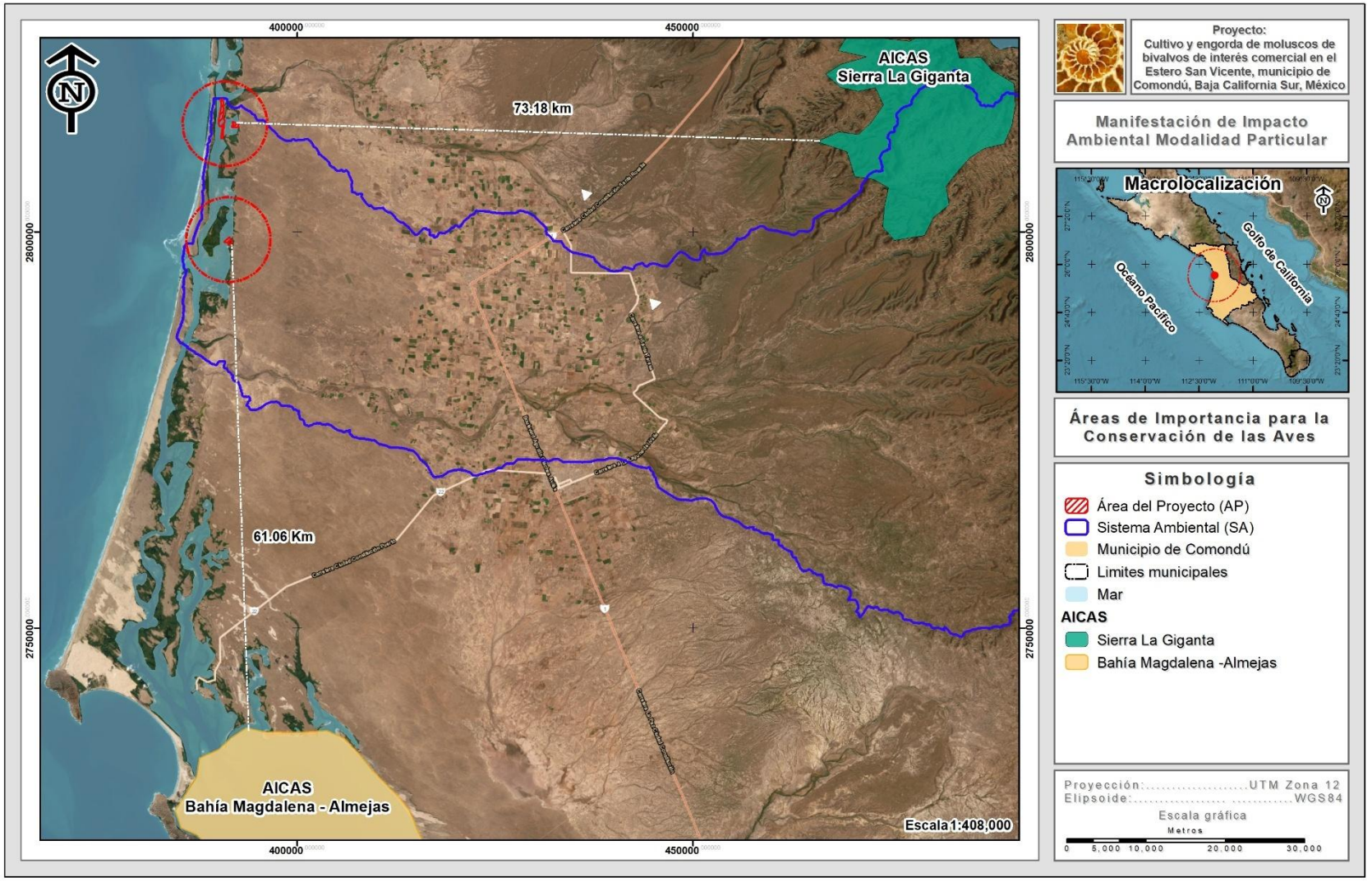


Figura 52. Ubicación de la AP con respecto a las AICAS

- **Regiones y Sitios Prioritarios Terrestres Para la Conservación de la Biodiversidad.**

En esta sección se analizaron otros instrumentos de regionalización para la conservación, los cuales, si bien no constituyen instrumentos formales de regulación ambiental, nos permite identificar las áreas de interés para la conservación.

Regiones Prioritarias

De las Regiones Prioritarias establecidas por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) se encontró que el sitio del proyecto se encuentra incluido en la Región Terrestre Prioritaria "Planicies de Magdalena" (**Figura 53**), que comprende ambientes muy diversos, destacando los costeros, dentro de los cuales el manglar, posee una importancia ecológica y biogeografía muy grande. Comprende el límite norte del manglar en la vertiente del Pacífico.

La CONABIO establece la existencia de 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.

En este sentido, actividad propuesta se llevará a cabo respetando la normalidad en materia de impacto ambiental minimizando o previniendo las interacciones negativas significativas con el entorno para evitar su degradación.

Región Marina 4. BAHÍA MAGDALENA Polígono: Latitud. 25°47'24'' a 23°43'48'' | Longitud. 112°55'48'' a 111°21'36'' Extensión: 17 578 km^2

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, plantas. Zona migratoria del ganso de collar y mamíferos marinos como ballena gris, jorobada, azul, de aleta y picuda de Baird, lobo marino de California, delfín de costados blancos y tursión (*Tursiops truncatus*); zona de reproducción para la ballena gris y el lobo marino de California.

Aspectos económicos: zona pesquera organizada en cooperativas, privados y libres. Se produce un porcentaje importante del camarón y almeja catarina que se produce en la península de Baja California. Se explotan sardinas, langosta, escama y camarón. Se cultiva el ostión. Alto potencial para el desarrollo de la acuicultura en la zona costera y lagunas. Turismo y ecoturismo de bajo impacto. Hay desarrollo agrícola, industrial y termoeléctrico.

Problemática:

- Modificación del entorno: daño por embarcaciones.
- Contaminación: por aguas térmicas (termoeléctrica), residuales y residuos pesqueros.
- Uso de recursos: pesca y turismo incontrolados. Presión sobre las sardinas. Actividad cinegética sin estricta regulación, que afecta principalmente a las poblaciones de branta (*Branta bernicla*).
- Regulación: pesca ilegal; conflictos entre pescadores y falta de organización en la explotación de camarón, langosta y almeja catarina, lo que se traduce en depredación. Ecoturismo conflictivo (alto impacto), sobre todo el de avistamientos de ballena gris.

Conservación: se sugiere generar algún tipo de protección para una zona de manglar poco alterada (Bahía Magdalena y Almejas) y un esfuerzo en la regulación y manejo de recursos. El sector pesquero debe manejar los diversos recursos en forma integral. Se prohibió la pesca de arrastre por considerar la zona como laguna y no como bahía. Existen importantes interacciones entre mamíferos y pesquerías.

El proyecto se llevará a cabo respetando la normalidad en materia de impacto ambiental minimizando o previniendo las interacciones negativas significativas con la zona de manglar y representa una opción productiva no extractiva que vendrá a fortalecer la economía de los pescadores de la región.

El proyecto se encuentra en una

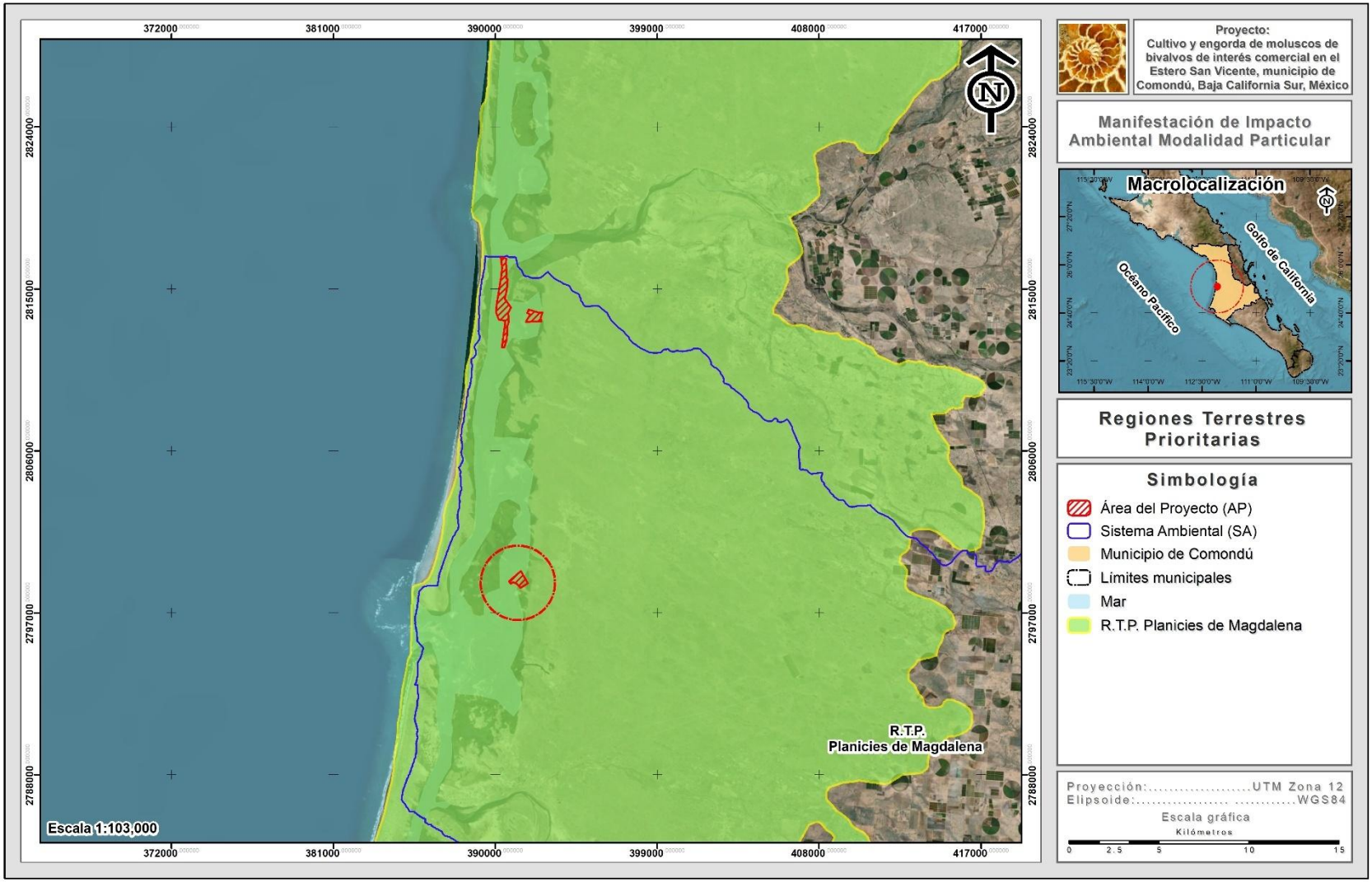


Figura 51. Región Terrestre Prioritaria Planicies de Magdalena.

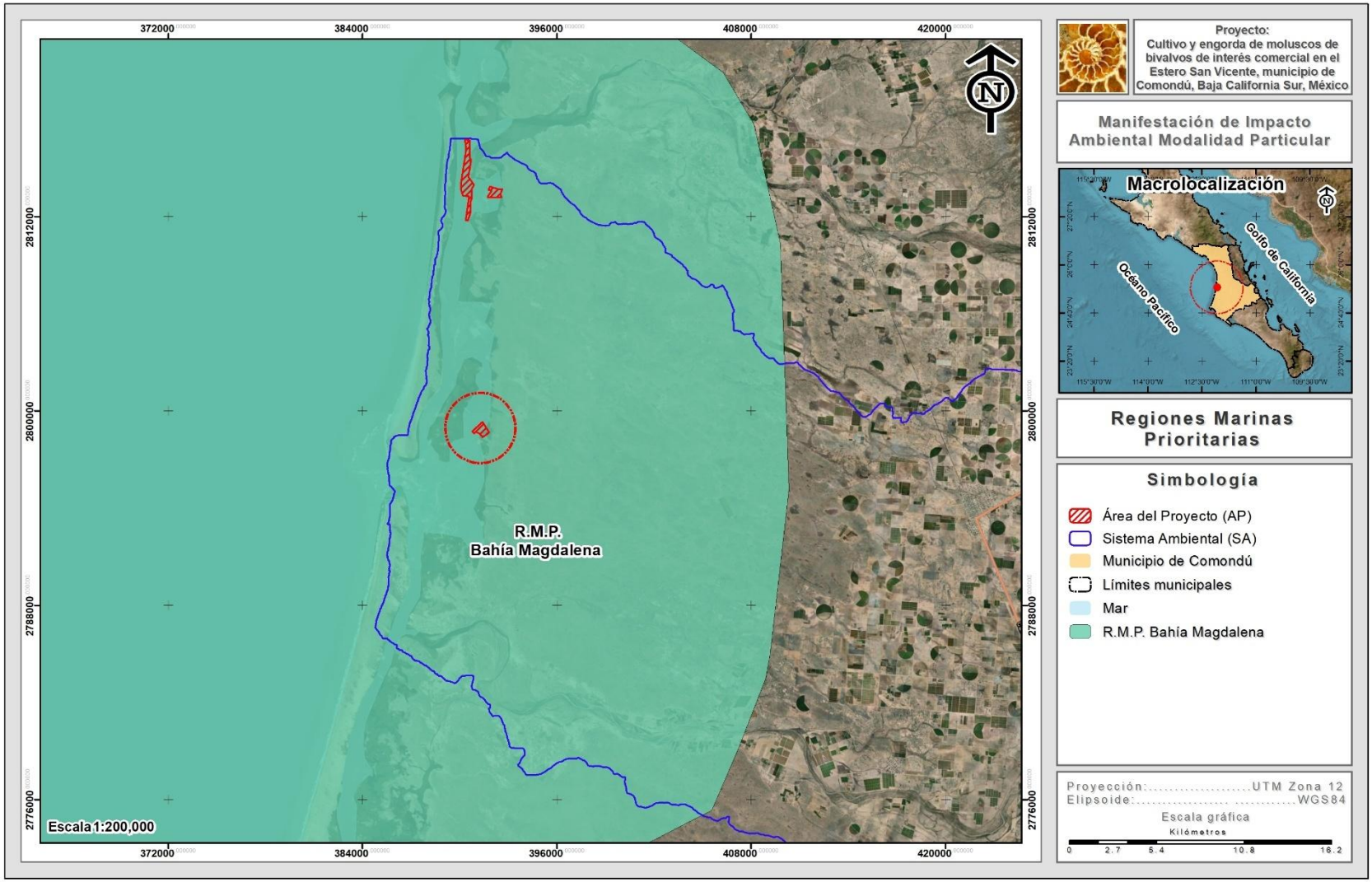


Figura 52. Regiones marinas prioritarias Bahía Magdalena

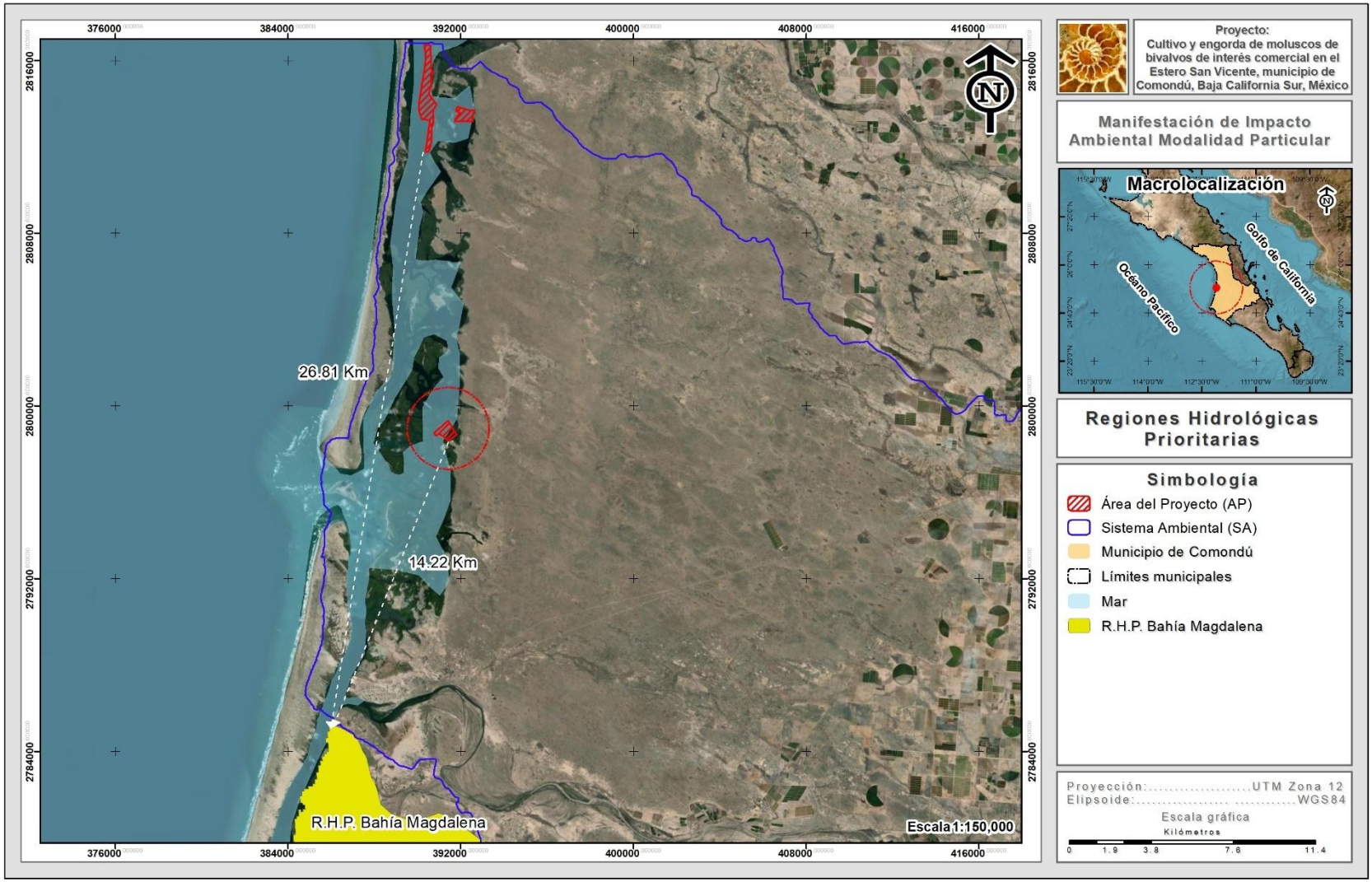


Figura 53. Regiones Hidrológicas Prioritarias RHP Bahía Magdalena.

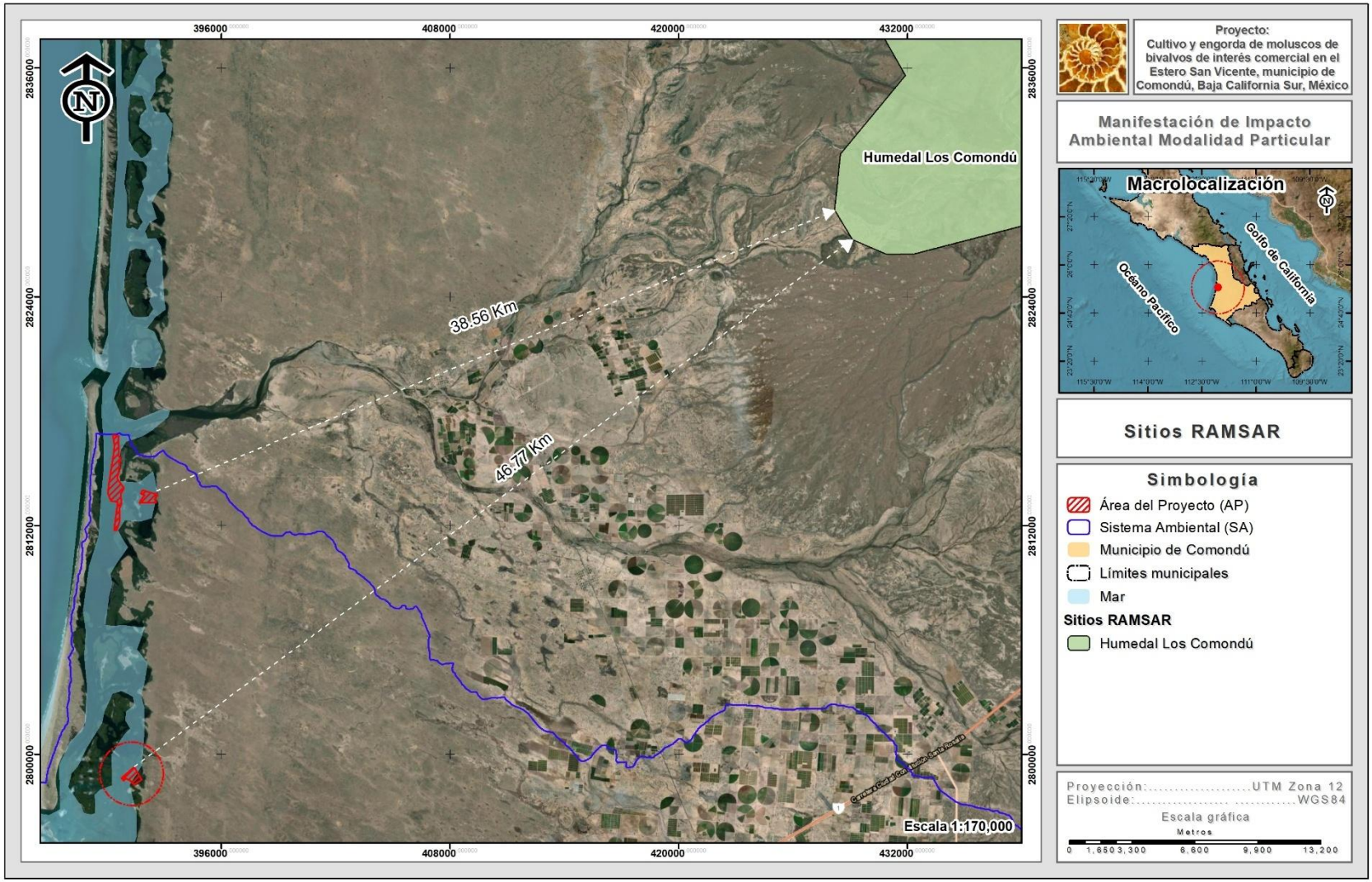


Figura 54. Sitios RAMSAR El mas cercano es el Humedal Los Comondú

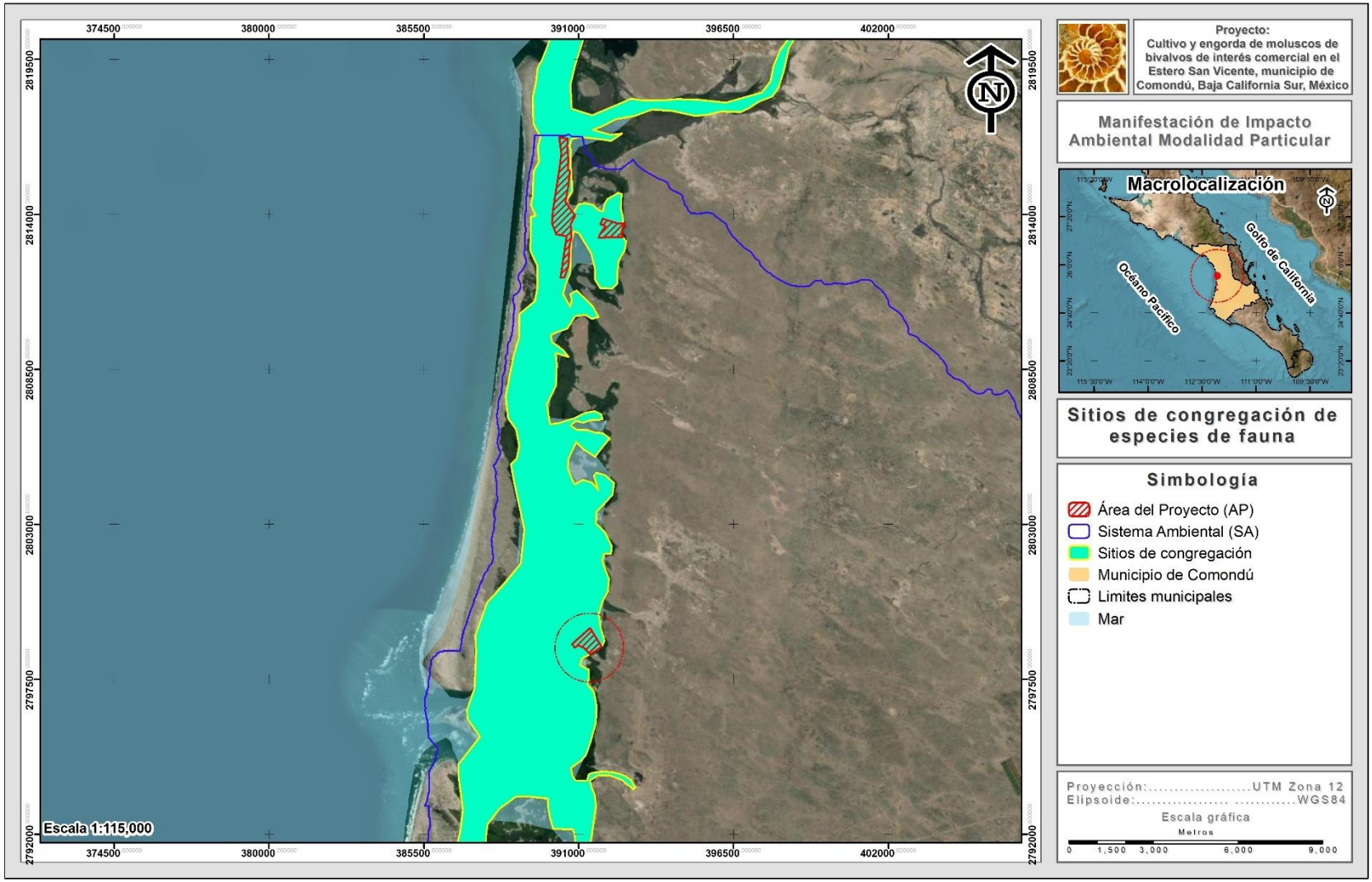


Figura 55. Sitios de congregación de especies de fauna

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

IV.1. Delimitación del área de estudio

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se localiza en la costa sur-occidental de la península de Baja California Sur (24º 16´ N y 25º 45´ N y 111º20´ W y 112º 18´ W). Este sistema tiene tres zonas geomorfológicamente distintas: Zona de Canales (137 km2) ubicada al noroeste; Bahía Magdalena (883 km2) situada en la parte central del complejo; y Bahía Almejas (370 km2) situada al sureste (Fig. 1) (Álvarez-Borrego et al. 1975, Hernández-Rivas et al. 1993). La Zona de Canales presenta una geomorfología irregular, conformada por numerosos esteros y canales someros (usualmente <12 m, pero con profundidades máximas de 18 m) bordeados por bosques de mangle en la costa Este y por dunas elevadas de arena al Oeste, en la Isla Magdalena. En la porción norte, la zona de Canales se comunica con la plataforma continental a través de dos bocas relativamente angostas y poco profundas denominadas Santo Domingo (1.9 km de ancho) y La Soledad (1.7 km de ancho); desde este último punto existe un canal somero en dirección a Puerto Adolfo López Mateos. En su porción sureña, el canal principal presenta condiciones favorables para la navegación que comunica con Bahía Magdalena, con profundidades promedio de 11 m, a excepción de la zona conocida como La Curva del Diablo que es relativamente más somera, situada a unos 30 km al sur de López Mateos (Norris & Gentry 1974). Bahía Magdalena esta comunicada con mar abierto, a través de una amplia boca de acceso de 5.6 km de ancho, con 40 m de profundidad máxima, ubicada entre Punta Entrada (Isla Magdalena) y Punta Redonda (Isla Margarita). A partir de esta boca se extiende un canal de navegación con profundidades entre 15-30 m que comunica con Puerto San Carlos, el cual se orienta paralelamente a la Isla Magdalena. La parte central de la bahía tiene una profundidad entre 15 y 20 m, la cual disminuye hacia el oriente con una pendiente suave hacia la costa, quedando expuestos frecuentemente extensos bancos de arena durante periodos de bajamar hacia el Este y Noreste de la bahía. La zona de Bahía Almejas tiene una profundidad promedio de 8 m y una cuenca de 30 m de profundidad máxima. El Canal de Gaviotas permite la navegación de embarcaciones de poco calado (profundidad 20 m) y comunica Bahía Magdalena y Bahía Almejas. Esta última, se conecta con el mar abierto a través de dos bocas, una llamada Canal de Rehusa de 2.5 km de ancho en su parte más estrecha, ubicada entre Isla Margarita e Isla Creciente y otra boca, conocida como Boca y Barra Flor de Malva, de carácter temporal con amplitud y profundidad altamente variables, localizada en la porción más sureña del complejo lagunar.

El complejo lagunar tiene tres islas: Isla Magdalena, mide aproximadamente 90 km de largo y tiene forma de escuadra, se sitúa al Oeste del litoral del Municipio de Comondú (24° 32´ N y 25° 16´ N y 112° 18 W y 112° 03´ W). Esta isla tiene como principal asentamiento el Puerto

Magdalena. La segunda es la Isla Margarita, con aproximadamente 33.8 km de largo y 7.2 km de ancho (24º 31' N y 24° 18´ N y 112º 18' W y 112° 00´ W), presenta elevaciones que forman acantilados y extremos rocosos y una elevación máxima de 566 m sobre el nivel medio del mar (Monte Margarita). La isla está habitada por militares concentrados en una base de la Armada de México en Puerto Cortés y por pescadores en Puerto Alcatraz. La isla es considerada como refugio de múltiples aves acuáticas migratorias, destacando la colonia de pelícanos Pelecanus occidentalis, considerada como la concentración más grande del Estado (Zárate-Ovando et al. 2006) y colonias permanentes de lobos marinos Zalophus californianus. Su vegetación es escasa y con una macrofauna relativamente reducida o al menos poco estudiada. La tercera es la Isla Creciente (Bahía Almejas) conformada por una franja angosta de tierra de aproximadamente 23 km de largo (24° 22´ N y 24° 19´ N y 111° 26´ W y 111° 40´ W). En Isla Creciente a menudo se instalan campamentos estacionales de pescadores para organizar la captura de almeja y también ha sido clasificada como área de refugio de múltiples aves acuáticas y algunos mamíferos marinos.

Las tres zonas descritas (Zona de Canales, Bahía Magdalena y Almejas) presentan extensos bosques de manglar que en conjunto cubren un área cercana a las 17000 ha de superficie (Acosta-Velázquez & Ruíz-Luna 2007). Este extenso bosque de manglar se ubica en una latitud cercana al límite norte de distribución de los sistemas de manglar en el mundo, delimitado por la isoterma de 20° C (Blaber 2007). El 75% de la superficie del manglar del complejo lagunar se ubica entre Bahía Magdalena y la zona de canales y el resto, en Bahía Almejas. La superficie ocupada por los bosques, representa aproximadamente el 70% de la cobertura de manglar total existente en Baja California Sur y se considera que el grado actual de deforestación es aun indetectable (Acosta-Velázquez & Ruíz-Luna 2007). Los bosques están conformados principalmente por tres especies de mangle: rojo (Rhizophora mangle), negro (Avicenia germinans) y blanco (Laguncularia racemosa).

Las zonas de manglar en Bahía Magdalena contribuyen de forma importante, en la producción total de la materia orgánica depositada en los sedimentos y en la producción de follaje que es transportada por las corrientes marinas (1094 g m2 año-1, con un máximo en verano de ~6 g m2 d-1) (Chávez-Rosales 2006). A su vez, los bosques de manglares propician la reducción de corrientes que favorece la acumulación de sedimentos (aun no cuantificado) y protección a las poblaciones humanas contra ciclones y huracanes. Estos bosques constituyen además un hábitat de refugio y alimentación crítico para diversas comunidades, integradas por un gran número de vertebrados e invertebrados de varios niveles tróficos, muchos de ellos de valor comercial y ecológico (Chávez-Rosales 2006).

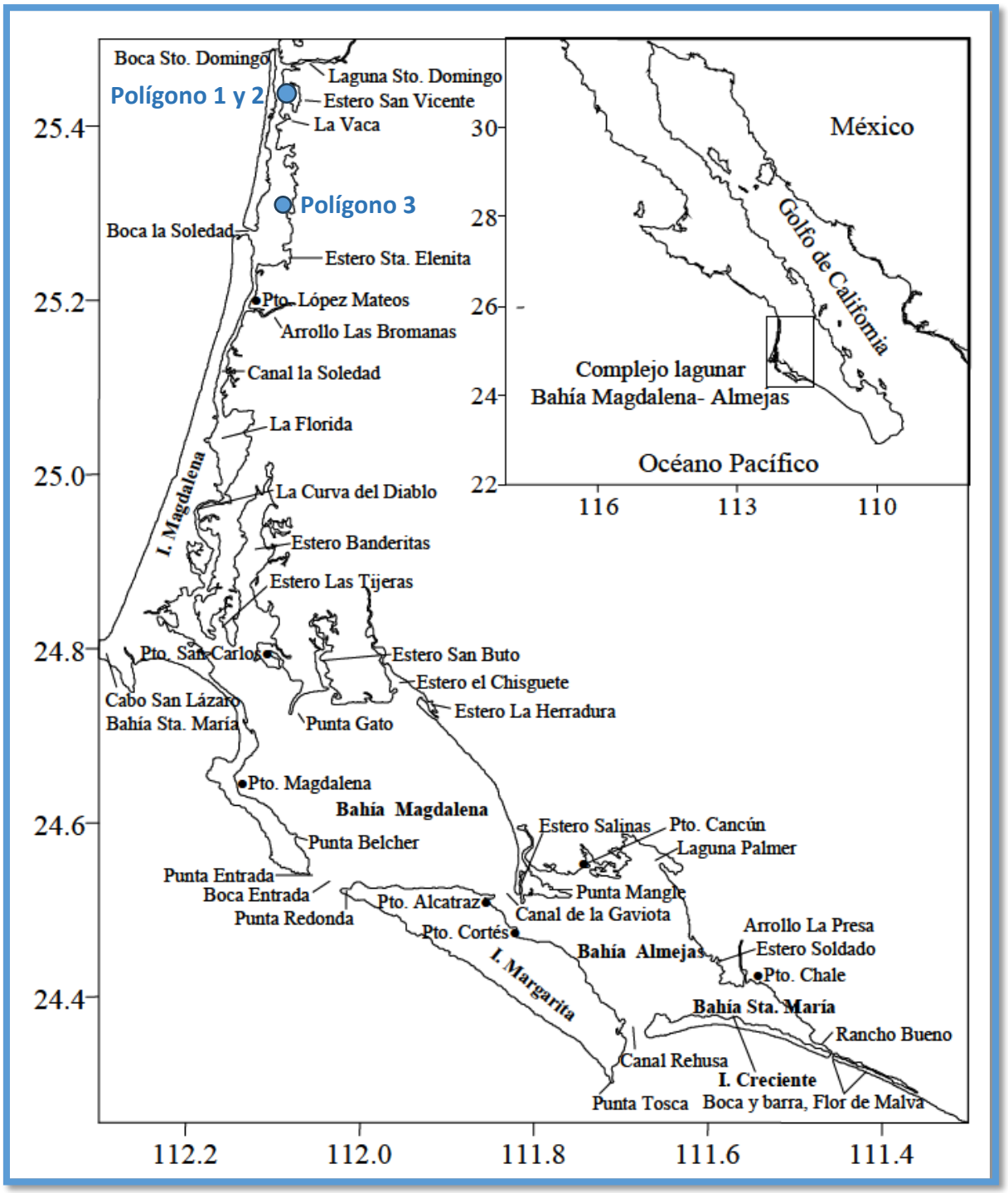


Figura 56. Ubicación del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas con la zona de canales

Criterios para la definición del SA

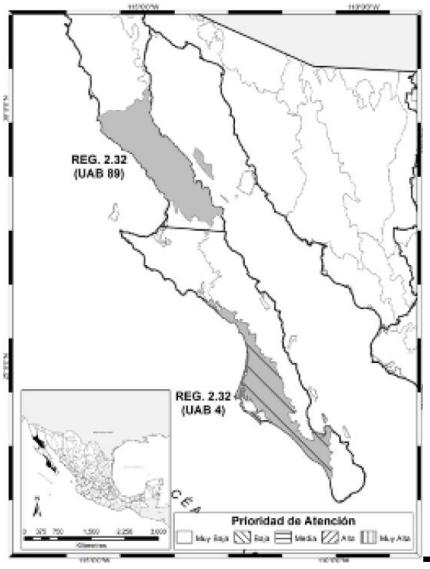
Un sistema ambiental puede ser definido como un conjunto de elementos que interactúan y son interdependientes, de forma tal que las interrelaciones pueden modificar a uno o a todos los demás componentes del sistema dentro de la región en donde se va a desarrollar el

Proyecto. Esto implica que la forma de actuar de un sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura del sistema es lo que determina los resultados (Rittler et al., 2007).

Con base en lo anterior y en la descripción empleada en la guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental publicada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), donde se define al sistema ambiental como "*el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por uno o varios ecosistemas, y dentro del cual se aplicará un análisis para determinar los impactos, restricciones y potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento*", la delimitación del SA se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios.

1. Ordenamientos Ecológicos Territoriales.
2. Usos de suelo y/o vegetación
3. Cuencas hidrográficas.

Ordenamientos Ecológicos Territoriales. Como primer criterio para la delimitación del SA se considera el instrumento en materia de regulación ambiental, sin embargo, este criterio fue desechado debido a que en el Municipio donde se ubica el proyecto el Ordenamiento Ecológico Territorial le corresponde la Región Ecológica 2.32 y las Unidades Ambientales la componen son: 4. Llanos de la Magdalena (Baja California Sur) y 89, Sierras y Lomeríos de Baja California.



Superficie en km2:	Población por UAB:	Población Indígena:
4. 18,690.24	**4**. 399,524	**4**. Sin presencia
89. 26,830.82	**89.** 1,970	**89.** Sin presencia
Superficie Total: 45,521.06 km2	**Población Total: 401,494 hab.**	

Figura 57. Unidades Ambientales del Ordenamiento Ecológico Territorial

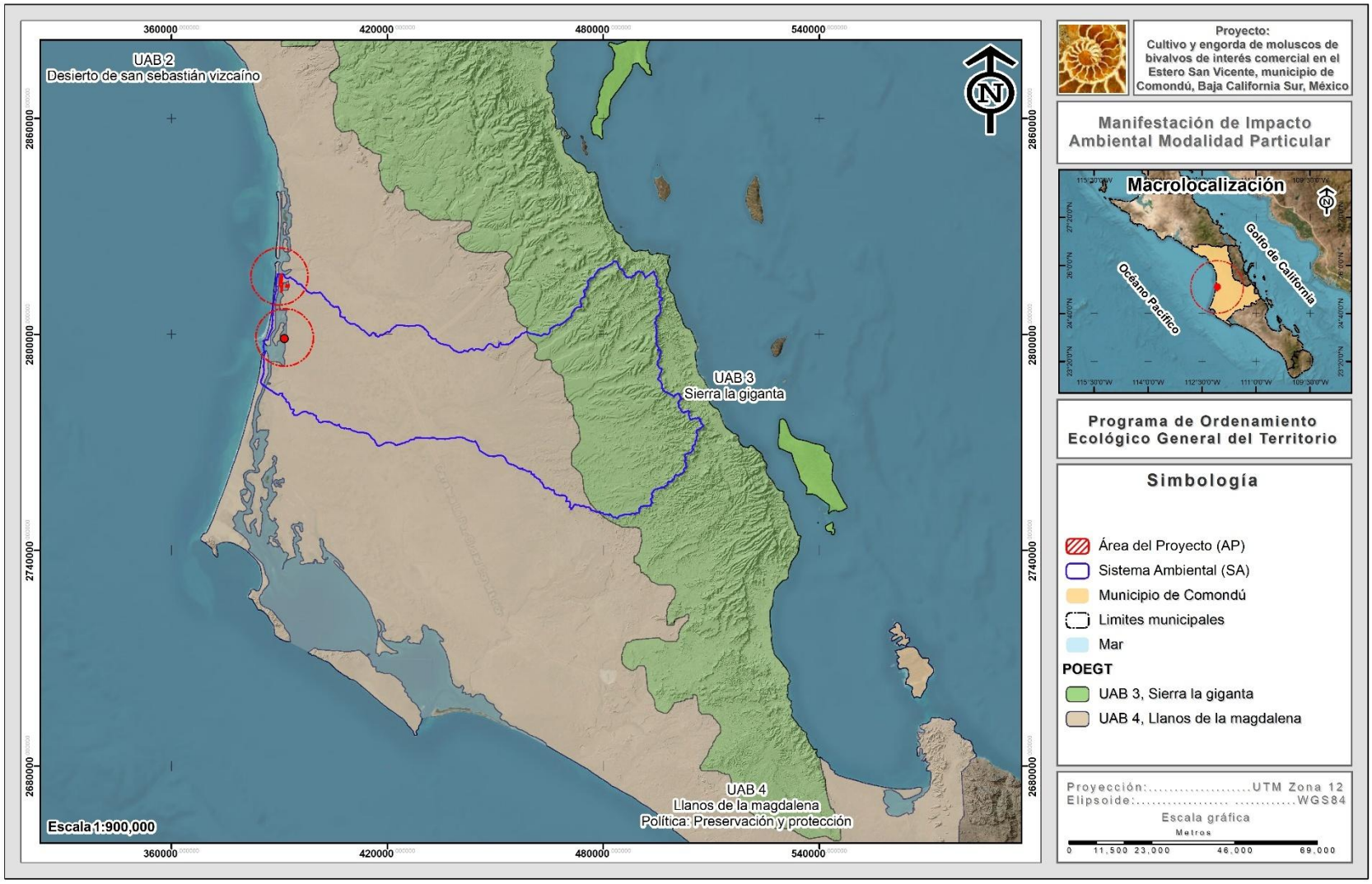


Figura 58. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Usos de suelo y/o vegetación. Este criterio es considerado para la delimitación del SA, mediante el Conjunto de datos vectoriales Nacional, Serie VII, Escala 1:250,000 de INEGI (2017), se realizó la sobreposición del proyecto con dicha carta, producto de esta sobreposición tenemos que en las áreas aledañas al proyecto se desarrollan diferentes usos de suelo y/o vegetación, de los cuales destacan los siguientes: Matorral sarcocaule, Matorral sarcocaule de neblina, Agricultura de riego anual y semipermanente , Matorral sarcocrasicaule Pastizal inducido , Mezquital xerófilo, Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocrasicaule de neblina sarcocaule y Asentamientos humanos Vegetación halófila xerófila, Manglar (Figura 59); sin embargo, tomando en cuenta que la distribución de estos usos de suelo y/o vegetación no es de manera homogénea, este criterio no puede considerarse para la delimitación del SA del proyecto.

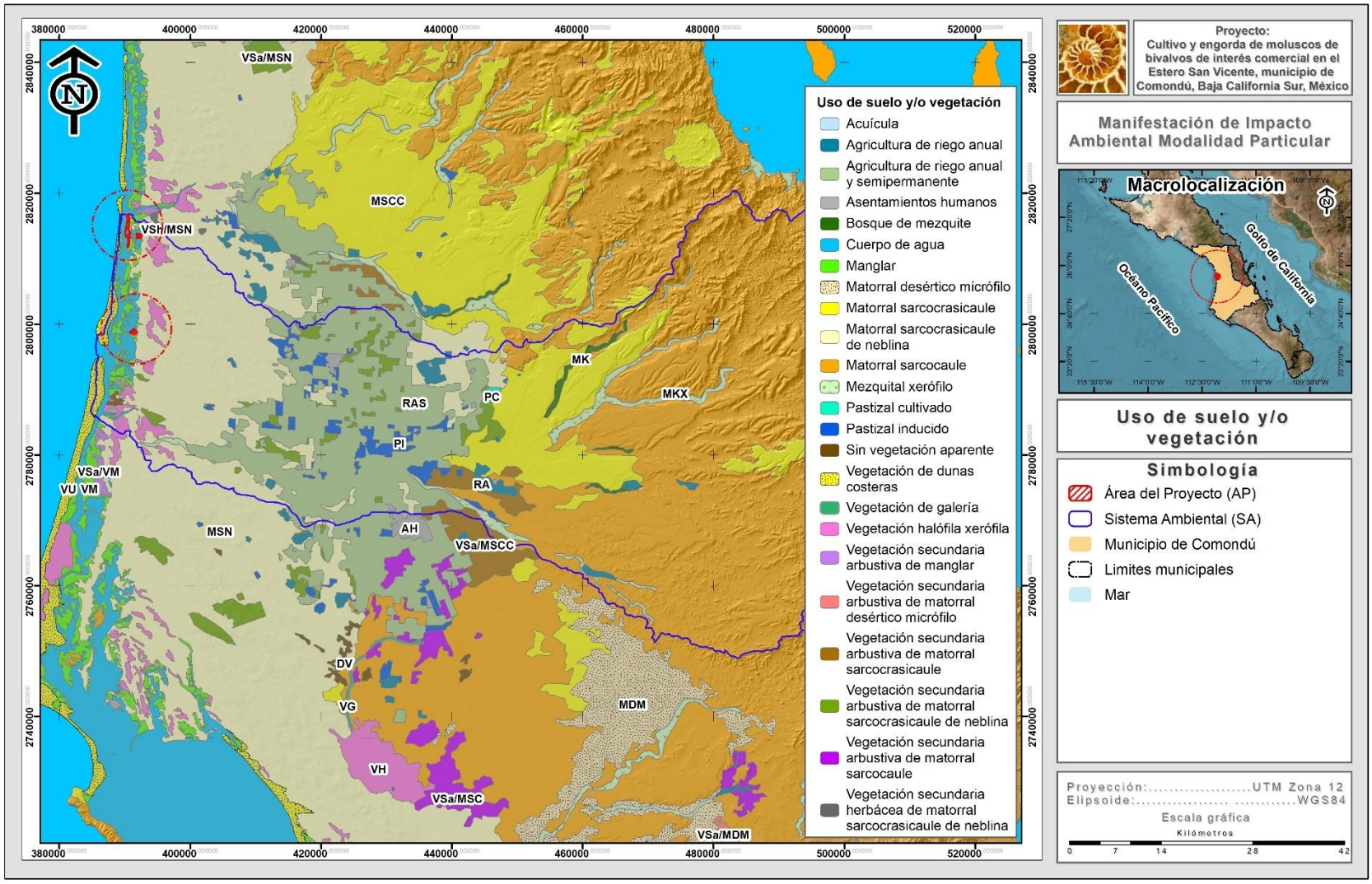


Figura 59. Uso de suelo y vegetación en la cuenca de AP.

Cuencas hidrográficas. El agua que escurre en un río es captada en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve; a esta área se le llama cuenca hidrológica (INEGI, 2005). La cuenca hidrográfica es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Respecto a los límites de una cuenca, estos constituyen a lo que se conoce como "parteaguas" o "divisorias de aguas", es decir, las líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua hacia el cauce principal de salida de la propia cuenca, o hacia su centro, en caso de ser cerrada (IMTA, 2019).

De acuerdo con Jiménez Otárola y Faustino (2003), la cuenca como unidad hidrológica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico lógico para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar los impactos generados por las distintas actividades antropocéntricas, el manejo y uso de los recursos naturales, el análisis ambiental y el impacto global de las mismas actividades; en tanto que la unidad de producción o el sitio específico, puede ser el medio adecuado para implementar el manejo de los recursos; según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico.

Si bien, es cierto que la escala de una cuenca hidrológica resulta demasiado grande para la delimitación del SA del proyecto, también es cierto que una cuenca hidrológica es una región donde el agua de lluvia, o granizo escurre hacia las áreas con menor elevación en un espacio geográfico y llega a un cuerpo de agua como un estero o el océano. La cuenca funciona como un embudo que recolecta el agua dentro de su superficie. Por lo que se considera que los procesos ecológicos sucedidos dentro de una cuenca forman en sí unidades territoriales y; en función del tipo de proyecto que se evalúa es uno de los criterios que puede tener mayores justificaciones técnicas. Las justificaciones se fundamentan en que es más fácil identificar proyectos de interés común, hay posibilidad de manejo inmediato por el interés de los actores locales, las condiciones más homogéneas de la población y de los problemas biofísicos, menor costo relativo de los proyectos, más facilidad para la organización, concertación y coordinación (Jiménez Otárola y Faustino, 2003).

Conforme a lo anterior, se optó por realizar la delimitación del SA tomando en cuenta el patrón de escurrimientos o patrón hidrológico superficial, cuyo procedimiento se presenta a continuación.

Primeramente, se realizó la ubicación del proyecto con respecto a la Región hidrológica, el cual queda inmerso en la RH 3 Baja California Sur Oeste (Figura 60) abarcando una parte en los 5 municipios, ocupando la mayor parte del Municipio de Comondú. Está caracterizada por corrientes caudalosas y de mayor longitud en el Estado. Contando con una extensión de 28,235.481 Km2.y tiene una superficie de 25,892.06 km^2 (INEGI, 2005).

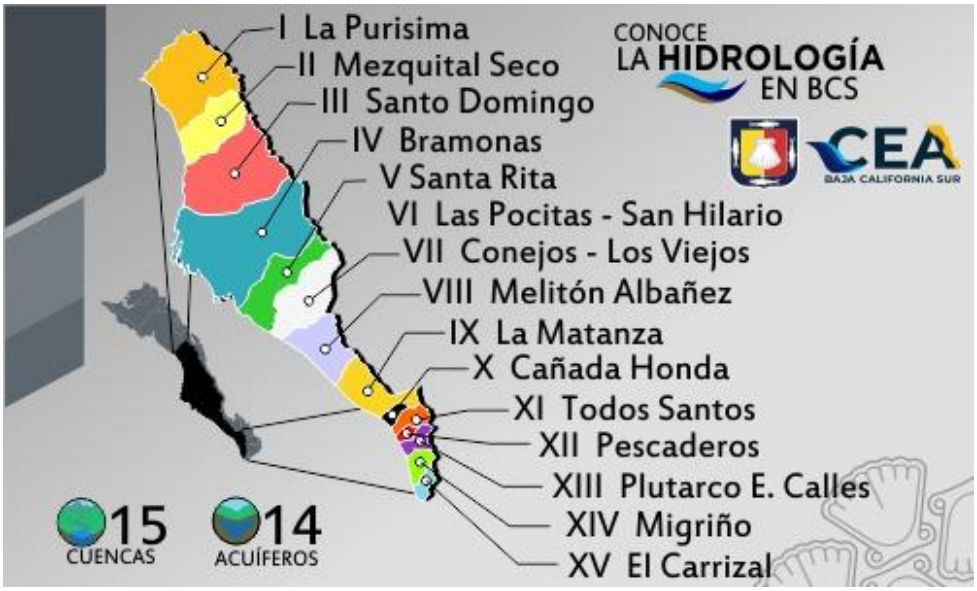


Figura 60. Microcuencas que integran la cuenca San Miguel-Arroyo del Vigía

Respecto a estas tres cuencas hidrológicas, el AP queda inmerso dentro de la cuenca San Miguel-Arroyo del Vigía, dicha cuenca ocupa una superficie aproximada de 14,655.56 km^2, su ubicación geográfica se presenta en la Figura 61.

Como se aprecia en la figura anterior la cuenca donde se ubica el proyecto es muy grande en comparación con la superficie del proyecto, por lo tanto, se optó por realizar una clasificación de la cuenca a un nivel de subcuencas, teniendo con esto que el AP queda inmersa en la subcuenca denominada Arroyo Venancio – Arroyo Salado, la cual ocupa una superficie de 452,976.837 ha, su ubicación se presenta en la Figura 61.

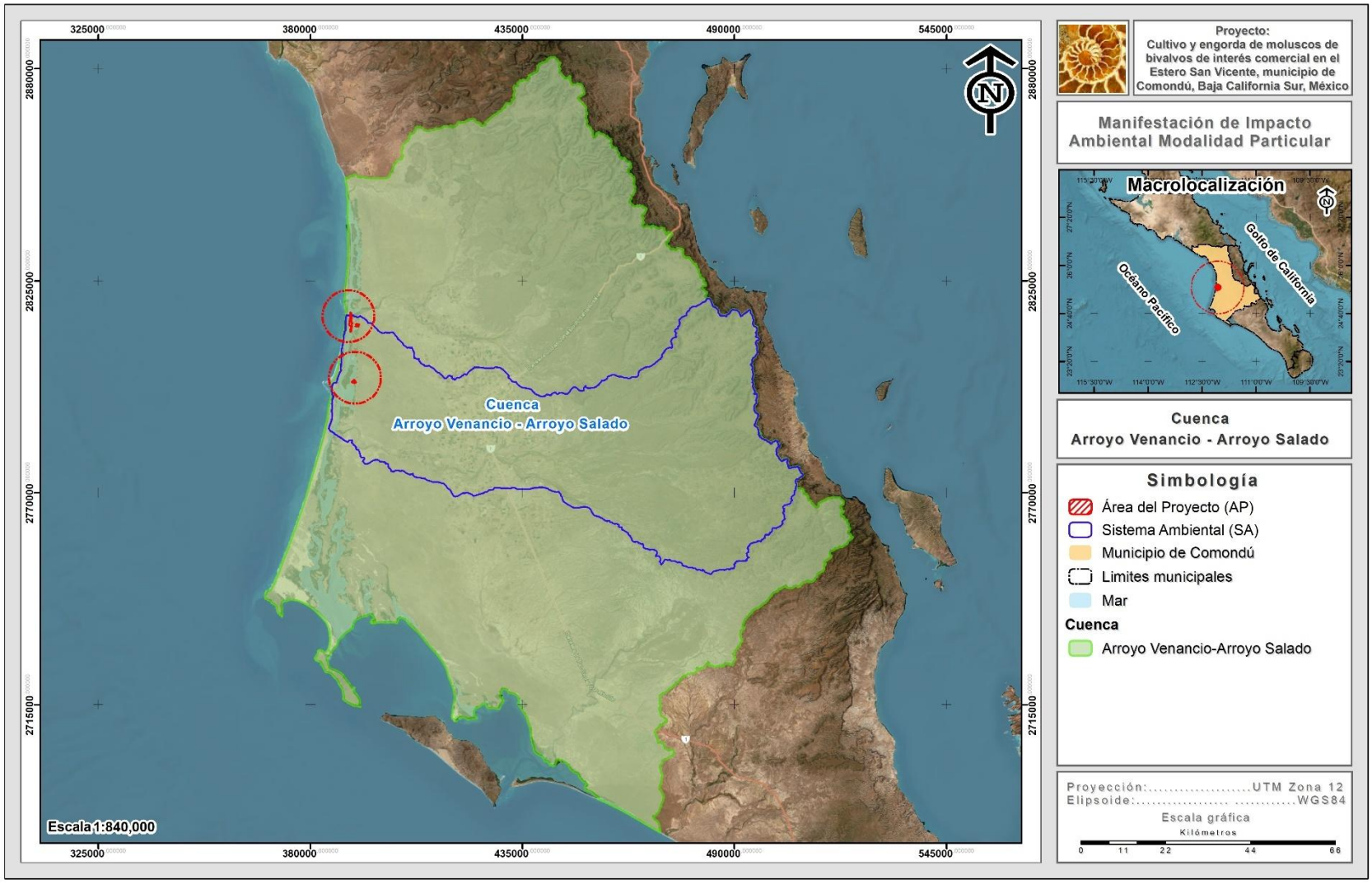


Figura 61. Ubicación de la cuenca Arroyo Venancio – Arroyo Salado.

Esta subcuenca hidrológica aún se considera demasiado grande para ser utilizada para el análisis de las condiciones físicas y biológicas que interactúan con el AP, además de considerar que los patrones de escurrimiento no confluyen hacia un mismo punto.

Por lo tanto, para la delimitación del SA donde queda inmerso el proyecto, se consideró necesario llevar a cabo una delimitación de la misma, con base a parámetros técnicos, tal como se presenta a continuación.

El proceso de delimitación de áreas mediante la determinación del patrón hidrológico superficial es un modelo teórico basado en el coeficiente de escurrimiento de un área determinada, el cual establece que:

Escurrimiento superficial = Precipitación total – Infiltración

El cual consiste el principio básico de Hidrografía para el cálculo de volúmenes de escurrimiento y coeficientes de cuenca.

El modelo de hidroproceso emplea los valores de elevación de una cuenca almacenados generalmente en un Modelo Digital del Terreno (MDT) para determinar cuál es el patrón lógico que seguiría el agua al precipitarse sobre una región con base en: Elevación, Pendiente y Orientación de la pendiente. Para el análisis particular se empelo información proveniente del continuo de elevaciones de INEGI.

El Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) representa las elevaciones del territorio mexicano, basado en el continuo de curvas de nivel a una escala 1:50,000, apoyándose en información adicional como son los puntos acotados, cuerpos de agua, bancos de nivel y vértices geodésicos. Los puntos están espaciados a cada segundo de arco (15 m aproximadamente), en la siguiente figura se muestra el MDT de la subcuenca donde se ubica el proyecto.

Paso 1. Corrección por Depresiones.

El primer paso consiste en un análisis de las celdas del ráster para identificar posibles imperfecciones en los datos al encontrar pixeles con valores anormales. En caso de encontrar valores que cumplan con la característica de sumideros (Valores anormalmente altos o bajos) estos se sustituyen por el promedio de los 8 pixeles circundantes, con la finalidad de minimizar los errores en la delimitación del SA del proyecto (Figura 62).

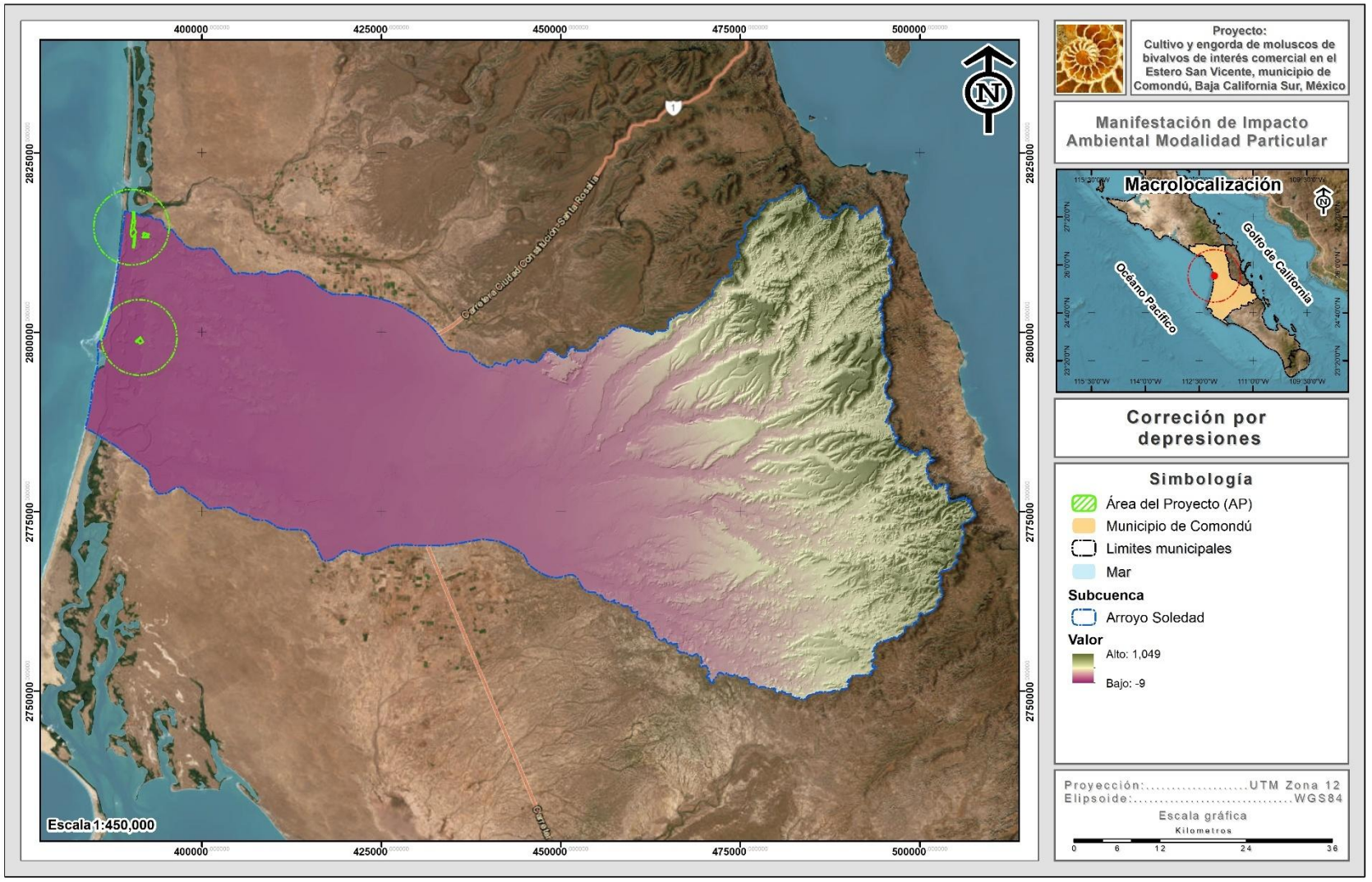


Figura 62. Corrección por depresiones de la cuenca Arroyo Venancio – Arroyo Salado

Paso 2. Dirección de Flujos.

Se determina la orientación de la pendiente, la cual definirá de manera general el sentido lógico que tomará la corriente superficial que transite por dicho pixel, de manera que se puedan determinar los flujos de corriente que confluyen para desembocar en un mismo punto (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Paso 3. Acumulación de Flujos.

Es el paso más importante en la delimitación de las áreas. Es un proceso que comienza en los pixeles con una elevación mayor y que área abajo realiza una sumatoria de los pixeles que naturalmente drenan hacia el anterior, es decir, genera el patrón de drenaje teórico y que determina un patrón con resolución espacial tan grande como el tamaño de pixel presente en el MDT original (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

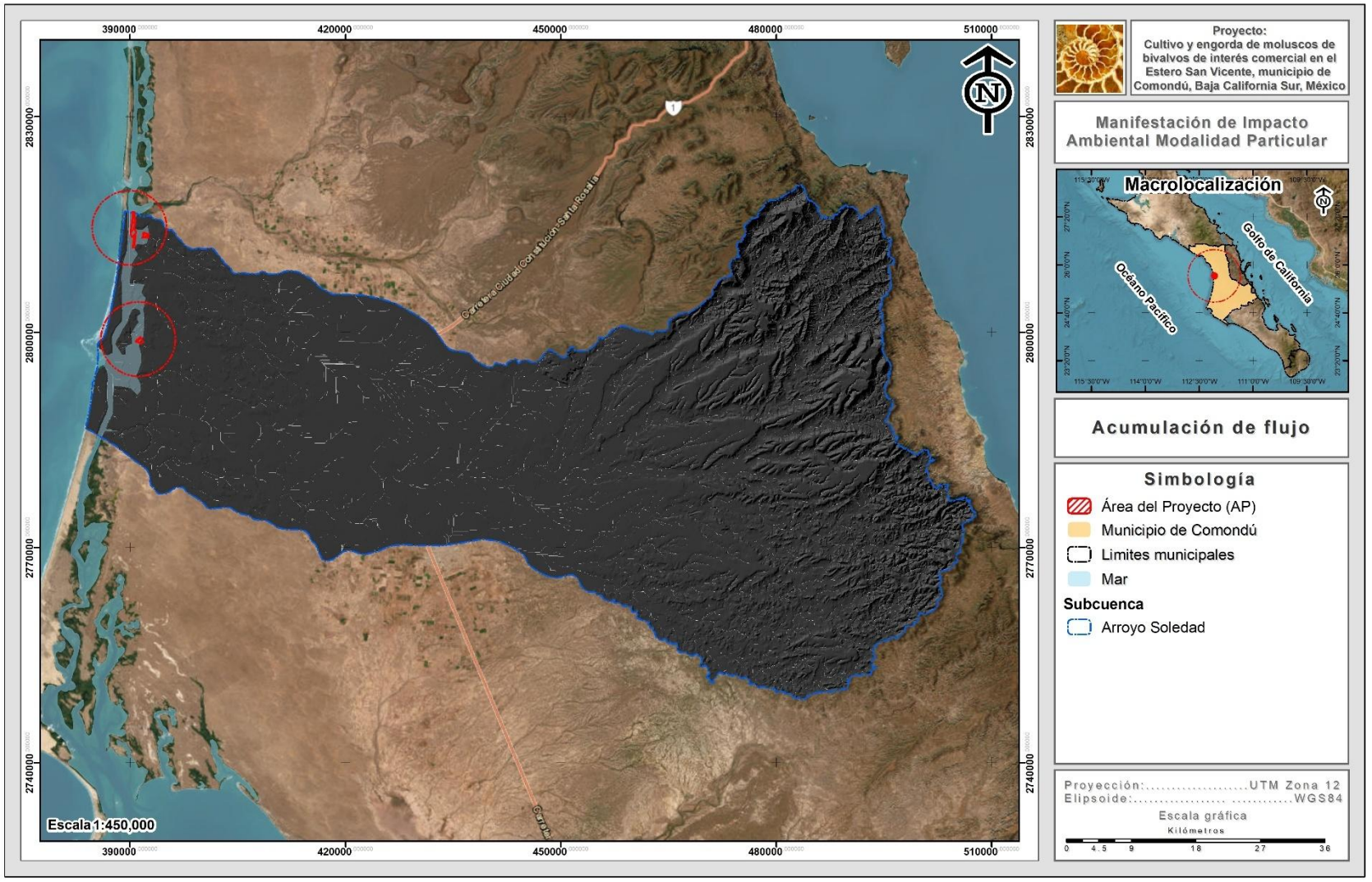


Figura 63. Cálculo de la acumulación de flujos.

Paso 4. Definición de Cauces.

A continuación, se realiza la extracción de los cauces a formato vectorial y definen los puntos de desfogue (o puntos principales) del área que en conjunto en el ráster de acumulación de flujos (paso 2) forman los insumos necesarios para la delimitación de las áreas. Es importante destacar que, propiamente al interior del área propuesta para el proyecto no existen cauces como tal, es simplemente una nomenclatura utilizada para referirse a la acumulación de flujos (**Figura 67**).

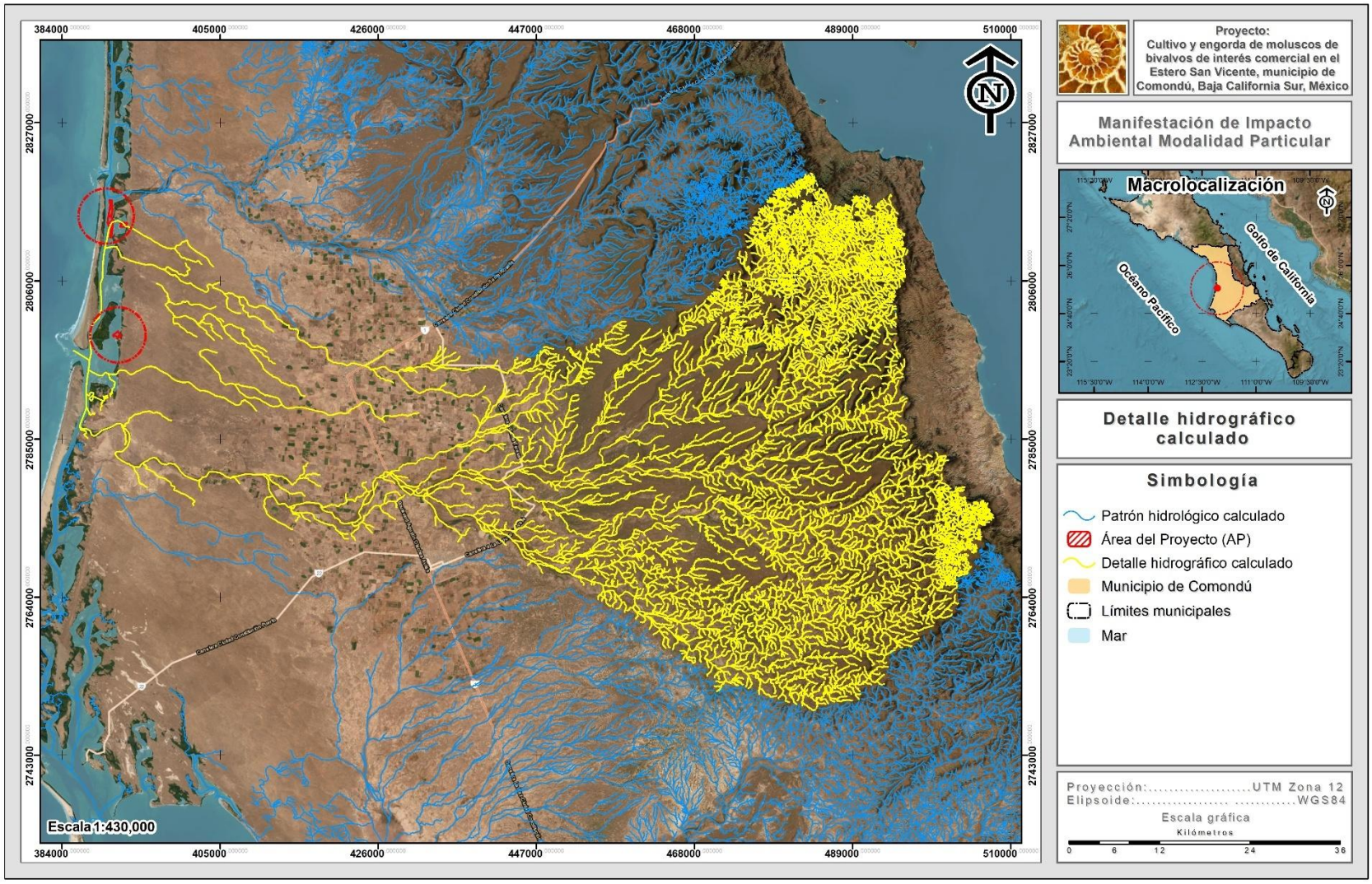


Figura 64. Presentación del detalle hidrológico calculado.

Paso 5. Delimitación de las áreas.

A continuación, se realiza la extracción de los cauces a formato vectorial y definen los puntos de desfogue (o puntos principales) de la subcuenca que en conjunto en el ráster de acumulación de flujos (paso 3) forman los insumos necesarios para la delimitación del SA.

Para el caso particular del proyecto, únicamente se seleccionaron aquellos cauces que incidían con el trazo del proyecto o en áreas aledañas al mismo para el cálculo del SA.

IV.1.1. Presentación del Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto

Como resultado del ejercicio anterior y tomando en cuenta las características topográficas, físicas e hidrológicas (flujo de escurrimientos superficiales) de las superficies en donde se pretende desarrollar el proyecto, se definió el SA del proyecto, con una superficie de 452,976.837 ha, la ubicación del mismo se presenta en la Figura 65.

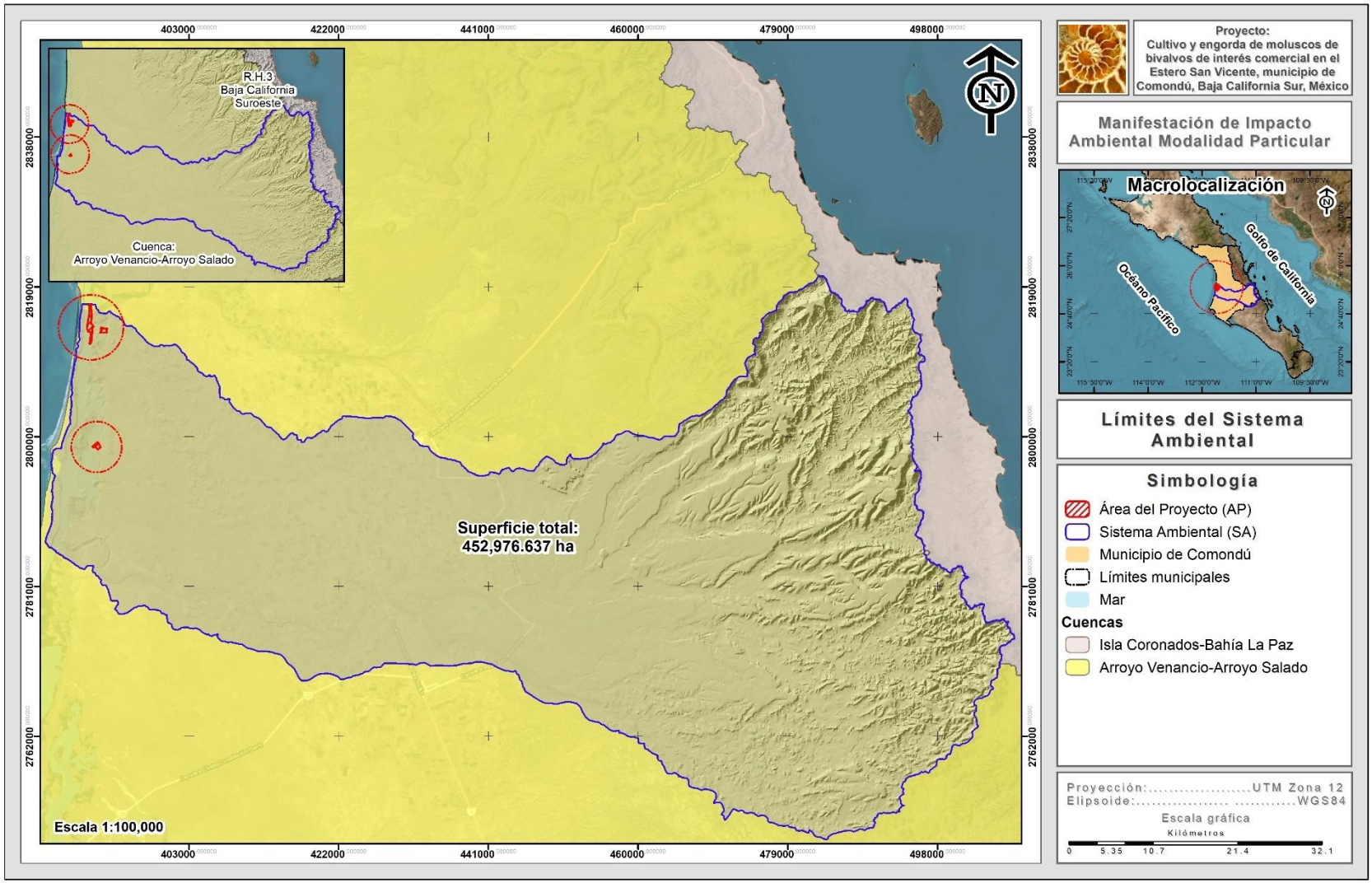


Figura 65. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto

IV.2. Aspectos abióticos

IV.2.1. Clima

El clima es seco, semi-cálido, con temperatura del aire promedio anual superior a los 18° C, con una temperatura mínima en enero (14.5° C) y máxima en agosto-septiembre (32° C). El complejo lagunar presenta condiciones anti-estuarinas como resultado de una reducida tasa de precipitación y escasa afluencia de agua dulce, así como de una elevada tasa de evaporación

(Álvarez-Borrego et al. 1975). Sus principales recursos hídricos continentales son de origen lótico (arroyos temporales, estuarios y canales). Este complejo presenta una precipitación anual promedio que flúctua entre 48.5 y 153.0 mm año-1, con variaciones estacionales de 71 mm entre otoño e invierno y 54 mm entre primavera y verano (García 1973, Rueda-Fernández 1983, Arriaga et al. 2002).

Las precipitaciones tienen fluctuaciones periódicas de aproximadamente 10 años asociadas con el patrón de aparición de manchas solares (Rueda-Fernández 1983).

En consecuencia, el sistema lagunar no es alimentado por corrientes de agua permanente, aunque la humedad relativa del ambiente frecuentemente se presenta en forma de rocío (Rofomex 1983).

La época de ciclones tropicales con intensidades que van desde onda tropical hasta huracán, usualmente ocurren de mayo a octubre, con mayor intensidad y frecuencia entre julio y septiembre. El número promedio de eventos climáticos por año (1990-2005) es de 6.9 tormentas tropicales, 4.2 huracanes con categorías H1- H2 y 4.1 huracanes con categorías H3-H5 (CFE, http://www.cfe.gob.mx/). Estas tormentas, cuando pasan cerca del complejo lagunar, representan la más significativa fuente de agua dulce de la región, aunque su impacto sobre la comunidad biológica aún no ha sido estudiado.

Los vientos predominantes en el complejo lagunar son del Noroeste-Sureste, siendo los principales responsables de los eventos de surgencia costera por forzamiento de viento durante todo el año, pero con mayor intensidad entre febrero y mayo, mientras que los vientos del Sur persisten usualmente entre julio y septiembre (Bakun & Nelson 1977, Zaytsev et al. 2003). El patrón sinóptico del viento tiene una incidencia del Noroeste en un 67%, con intensidad promedio de 5 m s-1 y valores máximos de 15 m s-1 (García-Escobar 1993). Se presentan también los vientos de brisa y esporádicamente, vientos por influencia de ciclones tropicales en verano-otoño y de sistemas atmosféricos frontales provenientes del norte durante el invierno.

<u>Tipo de clima</u>

Las condiciones locales se describen de dos maneras; la primera fue a partir de los climatogramas de las localidades de Cd. Constitución, Puerto San Carlos y Puerto López

Mateos. Los datos de Cd Constitución fueron obtenidos de Ruiz Corral *et al* (2006) y la de los dos puertos de la sección de Climatología de la página web del Servicio Meteorológico Nacional6 (Tabla 1). La segunda forma fue a partir de los datos de temperatura del aire y precipitación del 1 de abril de 2005 al 20 de septiembre de 2015, registrados por la Estación Automática Meteorológica de Puerto Cortes (lat.: 24°28'31.6'' N; long.: 111°49'27.7''O; altitud: 3 m SNMM) de la Secretaria de Marina, en intervalos de 30 min (2005-2007) y 15 min (2009-2015). Debido a que no existen datos suficientes para calcular los valores normales se utilizaron los datos de la Estación Sinóptica Meteorológica (ESIME) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), instalada en Cd. Constitución para determinar las anomalías del periodo que abarca de enero de 2008 a diciembre de 2011 y de enero de 2013 a agosto de 2015. Los promedios mensuales se utilizaron para comparar la tendencia de la temperatura ambiental medida en ambas localidades; estos valores se estimaron cuando se contaba con un mínimo de 80% de datos y no faltaba información de tres días consecutivos.

Tabla 15. Estaciones climáticas presentes en la AP

Localidad	Clave Est.	Lat	Long	Periodo Base	N	Altitud (m snmm)
Puerto Adolfo López Mateos	3043	25°11'43"	112°06'40"	1981-2010	30	10
San Carlos	3045	24°47’30”	112°06’40”	1981-2010	36	10
Cd. Constitución	3068	25°00’05”	111°39’30”	1961-2002	42	48

Con base en la clasificación y distribución de climas del INEGI (1998) y de acuerdo con los criterios de la clasificación de Köppen modificados por E. García (1964) para las condiciones de México, se establece que en la superficie cubierta por el acuífero predominan los climas secos y áridos (BW), con variantes de acuerdo con la elevación topográfica: en las partes topográficamente más bajas cercanas a la costa el clima es de tipo BWhs seco semicálido, con régimen de lluvias en invierno; en la porción central el clima es BW(h´) que corresponde al tipo desértico cálido, muy cálido; por último en las zonas topográficamente más altas de la sierra predomina el clima BWh(x) muy árido semi-cálido. Por la superficie en la que se presenta, predomina el clima BW(h´) que corresponde al tipo desértico cálido, muy cálido con régimen de lluvias en verano, afectado por los eventos ciclónicos como son las depresiones tropicales, tormentas y huracanes, debido a la interacción de factores de latitud, relieve y corrientes marinas. Para la determinación de las variables climatológicas se utilizó información de 31 estaciones que tienen influencia en el área del acuífero, entre ellas las más importantes son: Ciudad Constitución, Santo Domingo, Puerto San Carlos, Ciudad Insurgentes, Santa Rita y Comondú, cuyo registro comprende el periodo 1980-2014. Con base en esta información, se determinó que los valores promedio anual de temperatura y precipitación son 22.0 °C y 195.3 mm, respectivamente. Los valores máximos de temperatura, de 30 a 45 °C, se registran entre los meses de julio a septiembre, en tanto que las mínimas, de 10 a 2 °C, se presentan en diciembre y enero. Con respecto a las lluvias, las máximas se registran entre los meses de agosto y septiembre, mientras que los meses más secos son de abril a junio. La evaporación

potencial promedio para este periodo es de 2,290 mm anuales. La región se caracteriza por presentar periodos prolongados de sequía, que eventualmente son interrumpidos por la incidencia de tormentas tropicales y huracanes. Aunque el valor de la precipitación pluvial media anual es muy bajo, las lluvias de temporada y la presencia ocasional de fenómenos ciclónicos, tienen un efecto importante sobre la recarga al acuífero. De igual manera, las condiciones de aridez, causadas por las bajas precipitaciones pluviales, son agravadas por la presencia de sequías extremas que ocasionan una disminución de los escurrimientos superficiales y del almacenamiento del acuífero.

Tabla 16. Porcentaje de tipos de clima presentes en el sistema ambiental del proyecto.

No.	Clave	Tipo	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	BWhw(x')	Muy seco semicálido	2,689,838,367.39	268,983.837	59.38
2	BW(h')hw(x')	Muy seco cálido	1,839,928,007.45	183,992.801	40.62
2	**Totales**		**4,529,766,374.84**	**452,976.637**	**100.00**

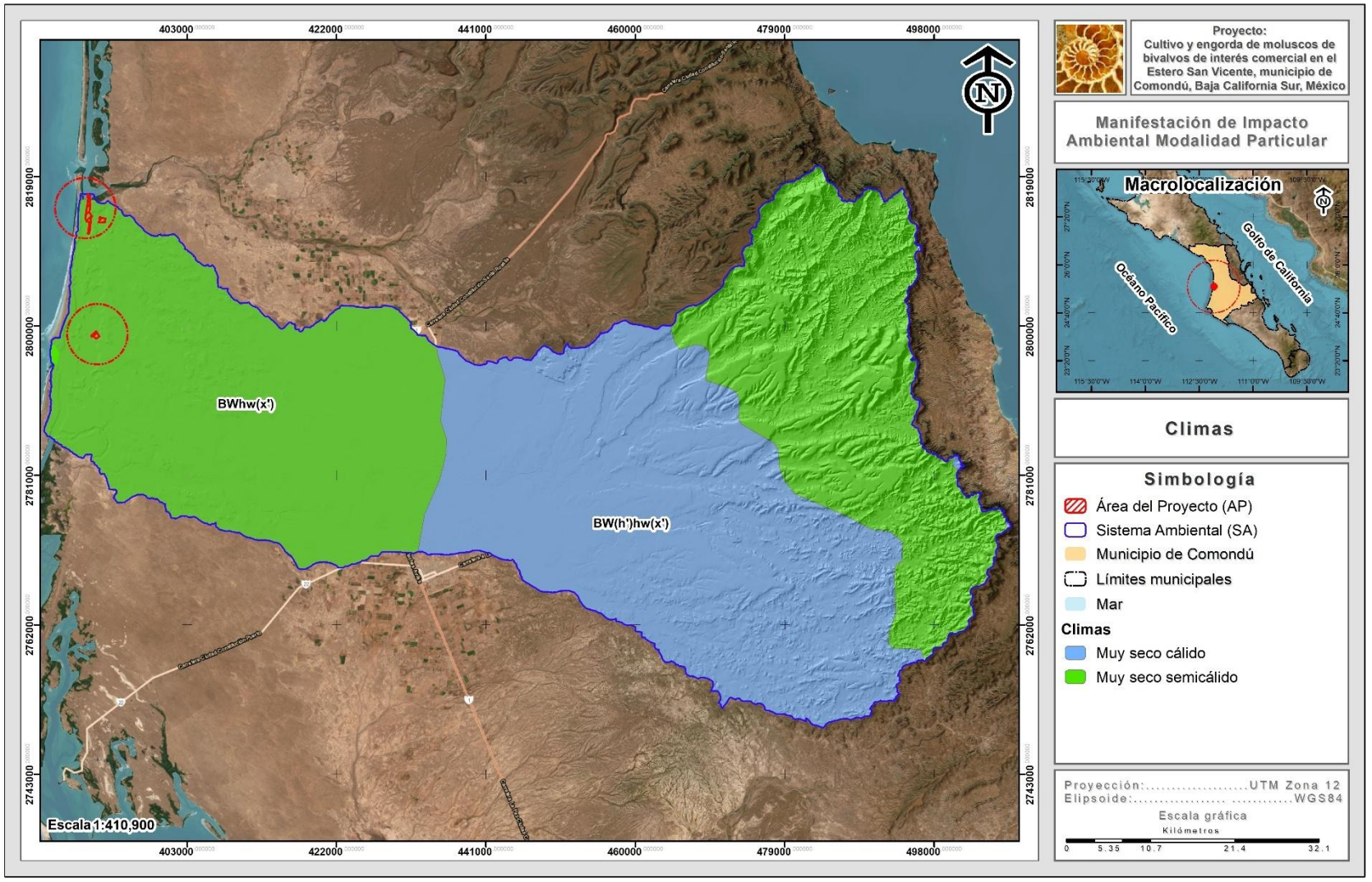


Figura 66. Climas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

A continuación se presenta el Climograma de la región (**Figura 70**).

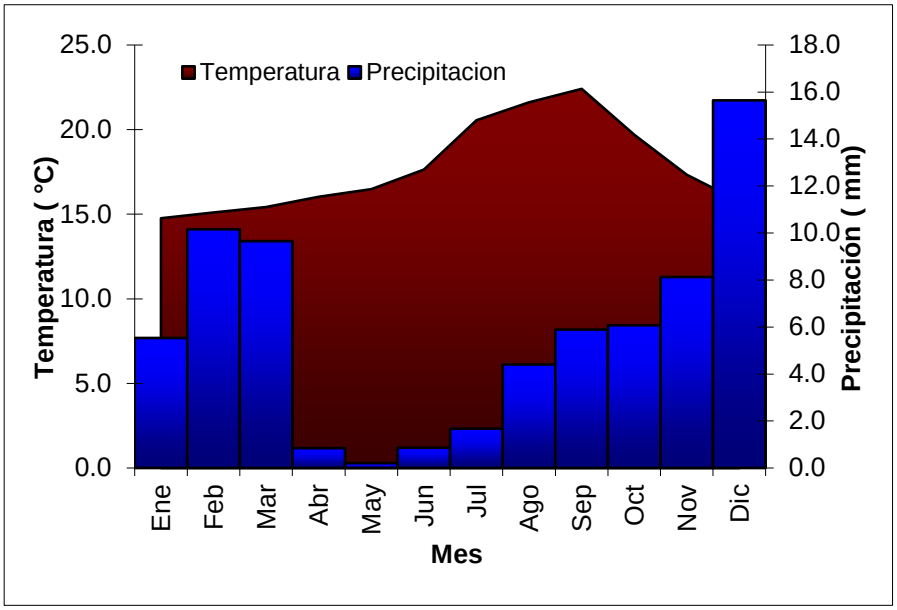


Figura 67. Climograma de Bahía Magdalena, B.C.S.

Temperatura promedio

La curva media mensual de temperatura, que se muestra en la siguiente figura, muestra un pico máximo durante el verano, esto es debido a que las variaciones de temperatura anual están directamente relacionadas con la radiación solar y a que el área de estudio se encuentra al norte del trópico de cáncer, es precisamente en el verano cuando mayor radiación solar recibe en el año.

De acuerdo al promedio de los registros de 1980 a 2010, la temperatura mensual más baja se presenta en el mes de enero, con un promedio de 14.8 °C; a partir de febrero se observa un aumento paulatino en la temperatura, hasta el mes de septiembre que es cuando se registra la temperatura media mensual más altas de 22.4 °C. Después en octubre, la temperatura media mensual va descendiendo hasta alcanzar la temperatura más baja nuevamente en enero (**Figura 71**).

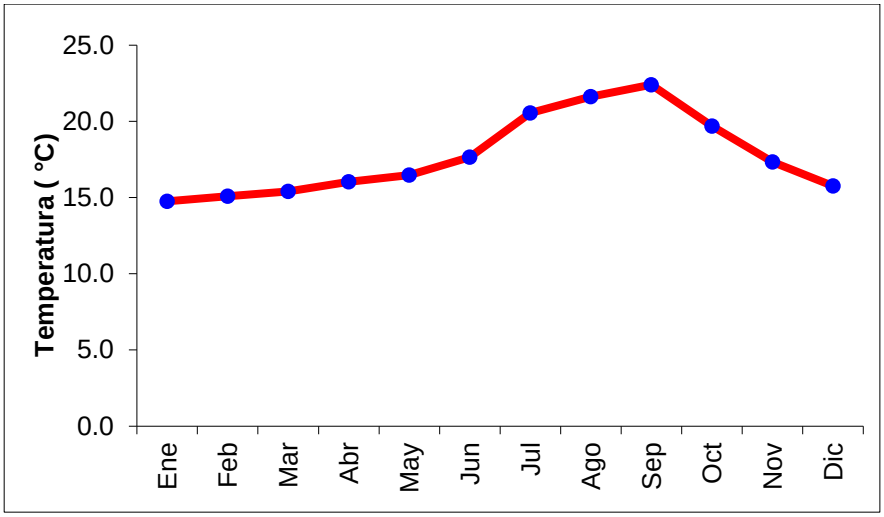


Figura 68. Temperatura promedio mensual para Bahía Magdalena (1980-2005).

Temperatura anual y temperaturas extremas

La temperatura media anual para el periodo comprendido de 1980 a 2005 es de 17.7 °C. Las temperaturas extremas registradas en la estación de "San Carlos." de 1980 a 2005 fueron las siguientes:

Temperatura máxima maximorum fue de 40 °C registrada en septiembre de 1987.

Temperatura máxima minimorum ha sido de 21 °C registrada en invierno de 1997, 2000 y 2002.

Temperatura mínima maximorum: fue de 19 °C que se presentó septiembre de 1983.

Temperatura mínima minimorum: fue de 0.5 °C que se presentó en enero de 2001.

Temperatura máxima

La temperatura máxima anual es en promedio de 32.4 °C que se presenta en septiembre. En la siguiente figura se observa una curva similar a la de la temperatura media mensual con las temperaturas más altas de julio a septiembre, siendo ligeramente mayor la temperatura de septiembre (**Figura 72**).

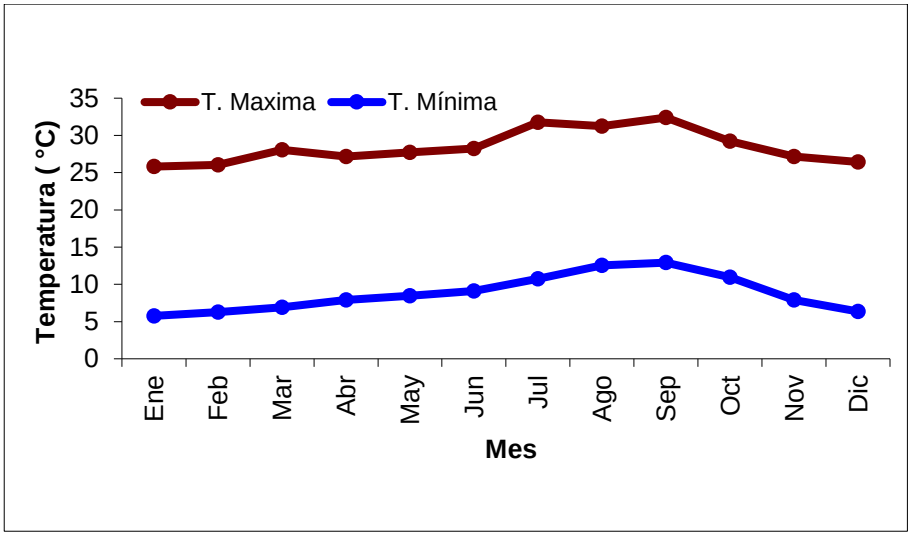


Figura 69. Temperatura máxima y mínima promedio mensual (1980-2005).

Temperatura mínima

La temperatura mínima anual promedio es de 8.8 °C. El mes en que se registra la temperatura mínima mensual más baja es en enero, con una media de 5.8 °C. A partir de este mes, la temperatura mínima promedio aumenta casi constantemente hasta el mes de septiembre, cuando alcanza su máxima temperatura de 12.9 °C; después, la temperatura mínima mensual disminuye hasta enero (ver la figura anterior).

Existe una amplia diferencia promedio entre la temperatura máxima y mínima promedio, siendo de 19.6 °C.

Precipitación

Bahía Magdalena se encuentra en una región desértica, donde la precipitación es escasa, debido a varios factores, como lo son la presencia de la Corriente fría de California y la Celda Semipermanente de Alta Presión del Pacifico.

La precipitación media anual registrada en la estación de "San Carlos" durante el periodo de 1980 a 2005 corresponde a una de las más bajas del país, siendo menor a 100 mm (62 mm). Y como sucede en las regiones áridas, la cantidad de lluvia que cae en determinado mes o año es rara vez igual a la que cae en el mismo mes de otro año o en el año siguiente. La Palizada está en una región dónde la precipitación es muy poca en el transcurso del año, siendo un poco mayor en los meses de invierno (**Figura 73**). El año más lluvioso en el periodo estudiado fue en 1983 con 210 mm; mientras que el año más seco fue en 1987 donde la lluvia durante el año fue de 28.3 mm.

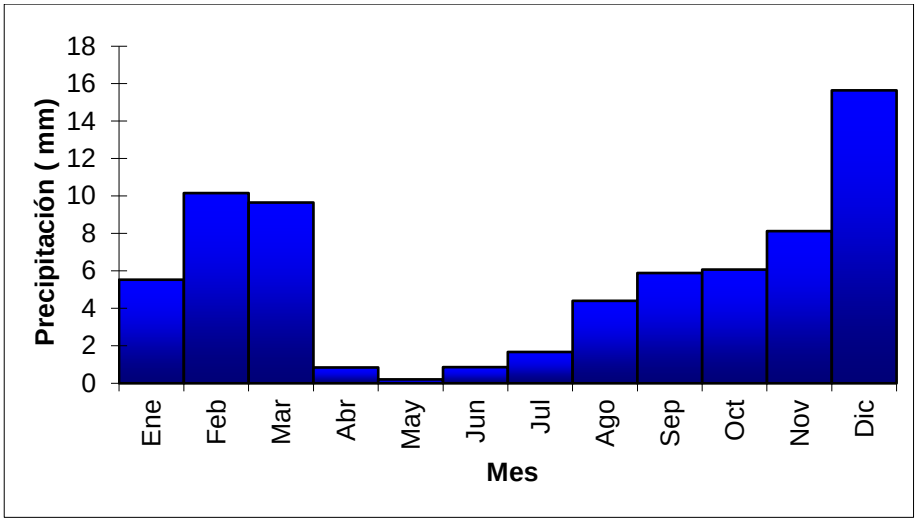


Figura 70. Precipitación promedio mensual para Bahía Magdalena.

Vientos dominantes

Los vientos presentan para esta región, una dirección clara marcada del noroeste a sureste, dónde las calmas se presentan con frecuencia, lo que permite explicar las prolongadas sequías (SARH, 1977).

Los vientos de mayor violencia se observan asociados a los ciclones tropicales que se llegan a acercar, principalmente durante el otoño.

En esta región es frecuente observar neblinas y una nubosidad fuertemente estratificada asociada a una inversión térmica (Flores, 1998).

Eventos Meteorológicos Extremos

Huracanes

Los principales eventos climáticos extremos que llegan a afectar la zona son las perturbaciones ciclónicas de origen tropical que se originan en el Pacífico Nororiental. Estas pueden ser tormentas tropicales o llegar a la clasificación de huracán, sin embargo, debido a las aguas frías de la Corriente de California, que bañan la costa occidental de la Península, generalmente la trayectoria de tales perturbaciones sufre desviación hacia el oeste. Es por eso que sólo en raras ocasiones llegan a cruzar la Península. Analizando las trayectorias de los huracanes durante el periodo de 1997 a 2014 se registran 10 ciclones tropicales que tuvieron influencia en el área del proyecto (**Tabla 19**).

Tabla 17. Ciclones tropicales que han tenido influencia en el área de estudio del proyecto.

Año	Nombre	Categoría cercana al sitio	Fecha cercano al área
1997	Nora	Huracán	Sep. 03
1998	Frank	Tormenta tropical	Ago. 08
2001	Juliette	Depresión tropical	Sep. 29-30

Año	Nombre	Categoría cercana al sitio	Fecha cercano al área
2003	Ignacio	Tormenta tropical	Ago. 26-27
2004	Javier	Depresión tropical	Sep. 18-19
2006	Emilia	Tormenta tropical	Jul. 26
2006	John	Tormenta tropical	Sep. 03
2011	Dora	Tormenta tropical	Jul. 24
2012	Paul	Tormenta tropical	Oct. 17
2013	Juliette	Tormenta tropical	Ago. 29

En la **Figura 74** se muestran en línea de color las trayectorias que siguieron los ciclones tropicales que llegaron a tener influencia en el sitio del proyecto, el nombre y el año.

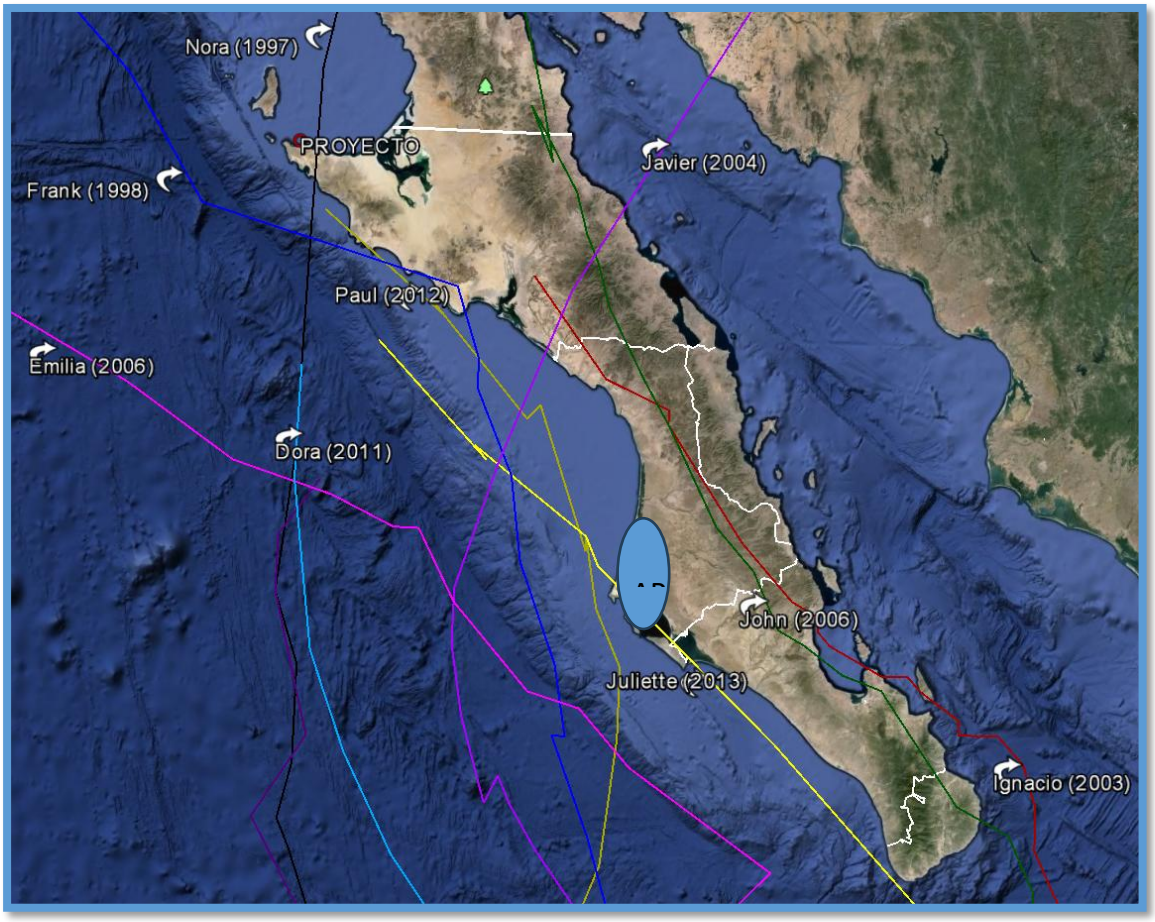


Figura 71. Trayectoria de huracanes que han llegado a influenciar en el Área del Proyecto

IV.2.2. Geología y geomorfología

Provincias Fisiográficas, Geológicas y Tectónicas.

De acuerdo a la clasificación fisiográfica (INEGI, 1996), El Proyecto, se encuentra dentro en la subprovincia fisiográfica Llanos de Magdalena.

La Discontinuidad Llanos de La Magdalena se sitúa en la región centro-oeste del estado de Baja

California Sur, limita al norte y al oriente con la Subprovincia Sierra La Giganta; al poniente y al sur con el Océano Pacífico y al sureste con la Discontinuidad Los Cabos. Las topoformas presentes corresponden a un terreno plano con un suave declive hacia la costa en la porción central, en donde se localiza una serie de lomeríos ramificados con bajadas. También se incluye la topoforma de una llanura aluvial de piso rocoso y otra llanura aluvial que se ubican al occidente y sur de Ciudad Constitución, respectivamente. El relieve que predomina es el de llanuras con o sin dunas, constituidas de suelos del Cuaternario; sin embargo, presenta lomeríos y bajadas sobre todo en el área de contacto con la sierra. Su característica principal es la presencia de afloramientos de sedimentos terciarios marinos.

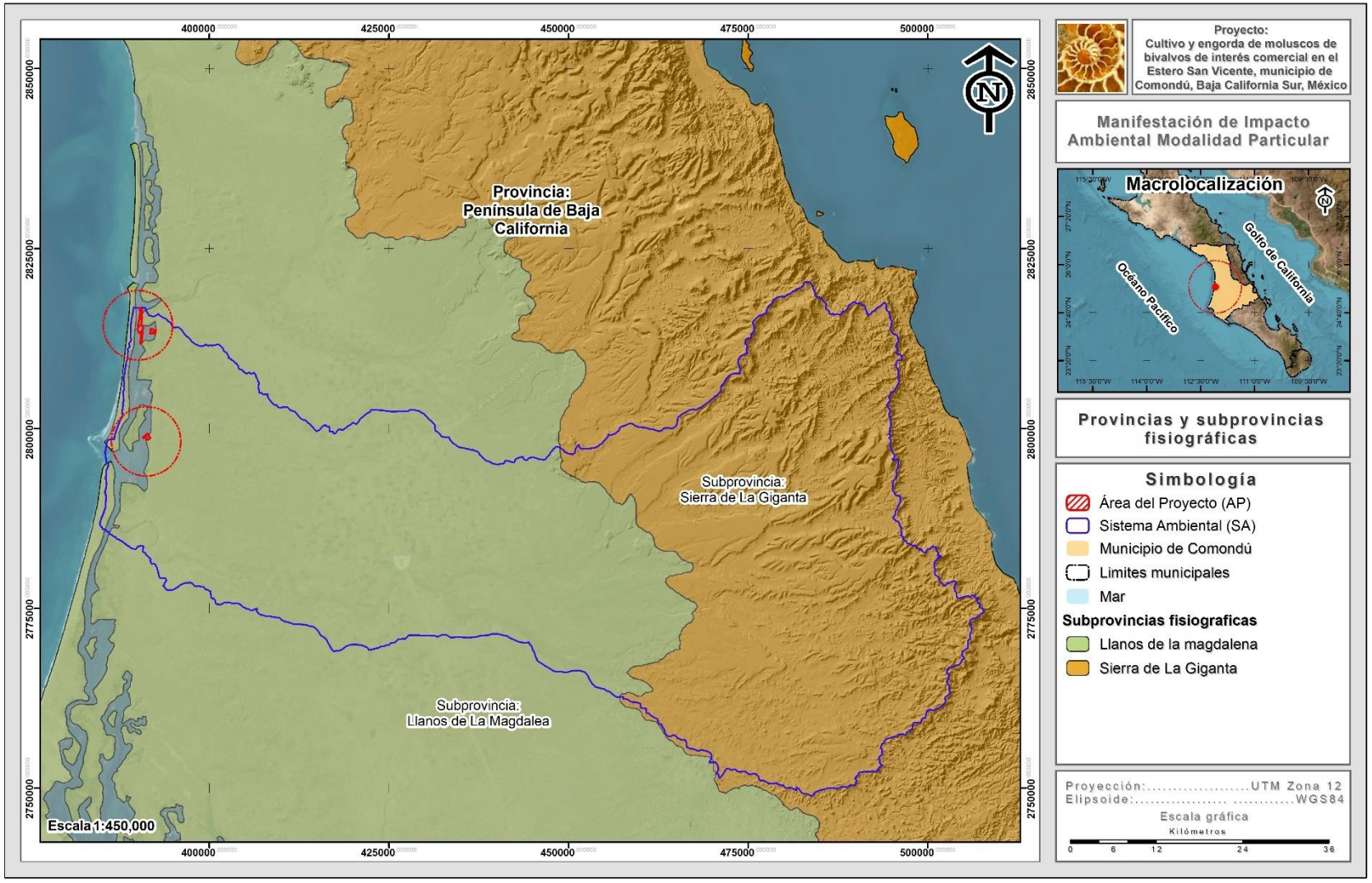


Figura 72. Ubicación del Proyecto, en las subprovincias fisiográficas (INEGI, 1996), geológicas (López Ramos1979) y Tectonoestratigráficas (Sedlock et. al., 1993.

Geomorfología local

Las zonas montañosas más importantes en la región se ubican en las porciones nororiental y oriental del acuífero y pertenecen a la Sierra La Giganta. De acuerdo con la topografía, es posible definir una zona baja, con pendiente menor de 5% en donde se ubica el Distrito de Riego 066 “Santo Domingo” y las principales poblaciones; una zona intermedia de transición entre la planicie y las sierras, con pendientes entre 5 y 25% y la zona alta que corresponde a la Sierra La Giganta, con pendientes mayores de 25%. Esto permite identificar tres unidades geomorfológicas principales: planicie costera, mesetas y sierra. (**Figura 76**).

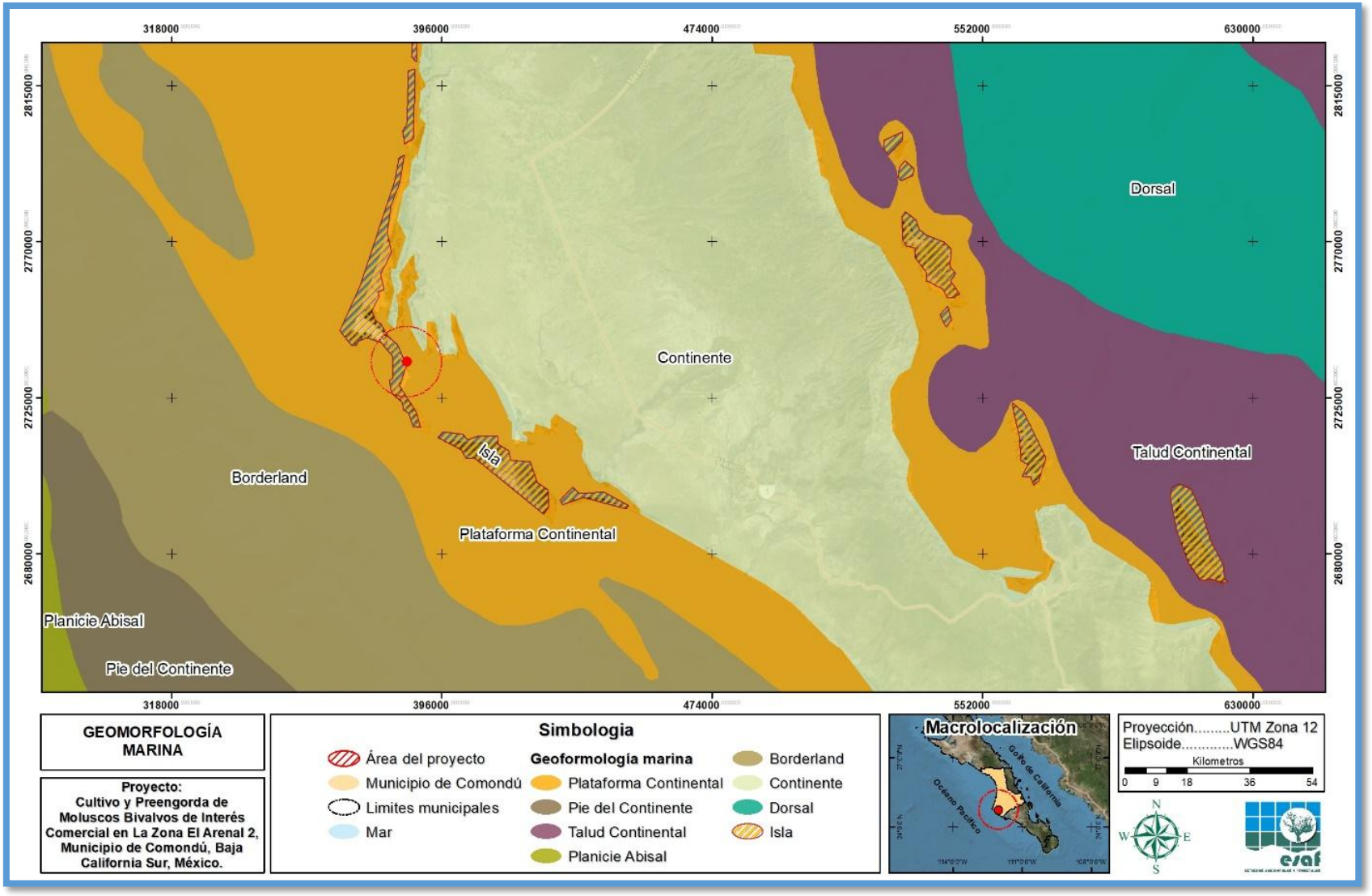


Figura 73. Ubicación del Proyecto, en el esquema geomorfológico.

La planicie costera se localiza desde la zona del distrito de riego hasta la costa del Océano Pacífico y pertenece a la Subprovincia Fisiográfica Discontinuidad Llanos de La Magdalena. Es una extensa planicie aluvial con suave declive hacia la costa, en la que se localiza una serie de lomeríos ramificados con bajadas suaves que se observan en la porción suroriental del área; está constituida por sedimentos marinos, depósitos aluviales, fluviales, lacustres y sedimentos eólicos, cuya altitud varía de 0 a 60 msnm. Incluye las topoformas llanura aluvial de piso rocoso y una serie de lomeríos ramificados con bajadas, llanuras con zonas de inundación y dunas altas. Incluye además una serie de barras y la Isla Margarita, que encierran sobre las costas de la discontinuidad a las bahías Santo Domingo, Magdalena, Las Almejas y Santa Marina. Las mesetas están representadas por capas semihorizontales, con flancos escarpados que por efecto de los agentes erosivos tienden a redondearse formando lomeríos; generalmente están constituidas por rocas sedimentarias de origen marino, que presentan menor competencia a la erosión. Por último, la zona de sierra pertenece a la Sierra La Giganta y se presenta en toda la porción oriental y nororiental del acuífero, definiendo los parteaguas que delimitan la cuenca. Sus elevaciones varían de 600 a 1500 msnm. Las topoformas que se presentan en la porción oriental de la sierra son: i) sierras altas complejas con mesetas, ii) sierras bajas que constituyen la cordillera desde Santa Rita, El Chollero, Ley Federal de Aguas 2, hasta Santa Rosa y iii) lomeríos ramificados con bajadas en las regiones noroeste, este y sureste.

Los aspectos geomorfológicos anteriores se resumen en, Sierras bajas y Costa erosivas los cuales se describen como sigue (**Figura 77**): Sierras bajas, Las sierras presentan pendientes de pronunciada a moderada y parteaguas semirredondeados, la red hidrográfica la integran arroyos de régimen intermitente con un patrón de distribución radial que drena en dirección a las planicies y al Océano Pacífico. En estas sierras se distinguen las siguientes subunidades:

Cañadas, con pendientes moderadas y valles amplios los cuales tienden a ensancharse aun más hacia su desembocadura.

Costas erosivas, Acantilados, ampliamente distribuidos en las zonas donde las laderas de las sierras se encuentran formando parte de la línea de costa, por lo que están expuestas a la acción erosiva de la marea y oleaje. Su acción origina cuñas de erosión con terrazas y nichos, entre los niveles de marea baja y alta, terminando por desestabilizar y fracturar las laderas y la caída de bloques rocosos. De esta manera se produce el remodelado de las laderas en paredes prácticamente verticales.

Playas rocosas, se encuentran asociadas o muy cercanas a los acantilados, y en las desembocaduras de los arroyos. Se constituyen por bloques y cantos redondeados. Su perfil de playa tiende a ser muy pronunciado debido al escaso o nulo desarrollo de la plataforma continental.

Tabla 18. Tipos y porcentaje de topoformas presentes en el sistema ambiental.

No.	Descripción	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	Meseta basáltica con cañadas	1,138,854,526.92	113,885.453	25.14
2	Sierra alta compleja con mesetas	735,070,278.81	73,507.028	16.23
3	Llanura desértica con dunas	623,534,946.84	62,353.495	13.77
4	Llanura aluvial	512,434,566.12	51,243.457	11.31
5	Llanura desértica con piso rocoso o cementado	454,767,192.13	45,476.719	10.04
6	Bajada con lomerío	363,223,613.42	36,322.361	8.02
7	Llanura aluvial costera inundable y salina	203,216,438.47	20,321.644	4.49
8	Sierra alta	192,907,443.20	19,290.744	4.26
9	Lomerío escarpado con llanuras	151,248,894.78	15,124.889	3.34
10	Cuerpo de agua	68,549,688.26	6,854.969	1.51
11	Lomerío tendido con llanuras	51,831,161.23	5,183.116	1.14
12	Playa o barra	32,815,737.43	3,281.574	0.72
13	Lomerío tendido con bajadas	1,311,887.24	131.189	0.03
13	**Totales**	**4,529,766,374.84**	**452,976.637**	**100.00**

Geología (Formaciones: Unidades de roca).

Desde el punto de vista geológico regional, es posible reconocer dos provincias geológicas principales: la cuenca Vizcaíno-Purísima y la Faja Volcánica Sierra La Giganta. Casi toda la superficie del acuífero se localiza en la subcuenca Purísima, la cual tiene como límites al oriente la Sierra La Giganta, al occidente la plataforma continental-marina del Pacífico y al sur el Istmo de La Paz y el Complejo Cristalino de San José del Cabo. Las unidades más antiguas que conforman el basamento de la Subcuenca Purísima comprenden rocas sedimentarias del Triásico, rocas de naturaleza ofiolítica y rocas ultramáficas parcialmente serpentinizadas, dentro de las cuales se encuentran incluidas las formaciones San Hipólito (Triásico) y Eugenia (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) definidas por Federico Mina (1957). Las unidades geológicas que conforman el relleno de la subcuenca incluyen la secuencia detrítica de la Formación Valle del Cretácico, las lutitas de facies de talud de la Formación Santo Domingo del Paleoceno, secuencias de areniscas y lutitas de la Formación Tepetate del Paleoceno-Eoceno, lutitas con intercalaciones de diatomeas de la Formación Monterrey del Mioceno Inferior y lutitas bentoníticas y areniscas de la Formación San Raymundo, del Mioceno Superior.

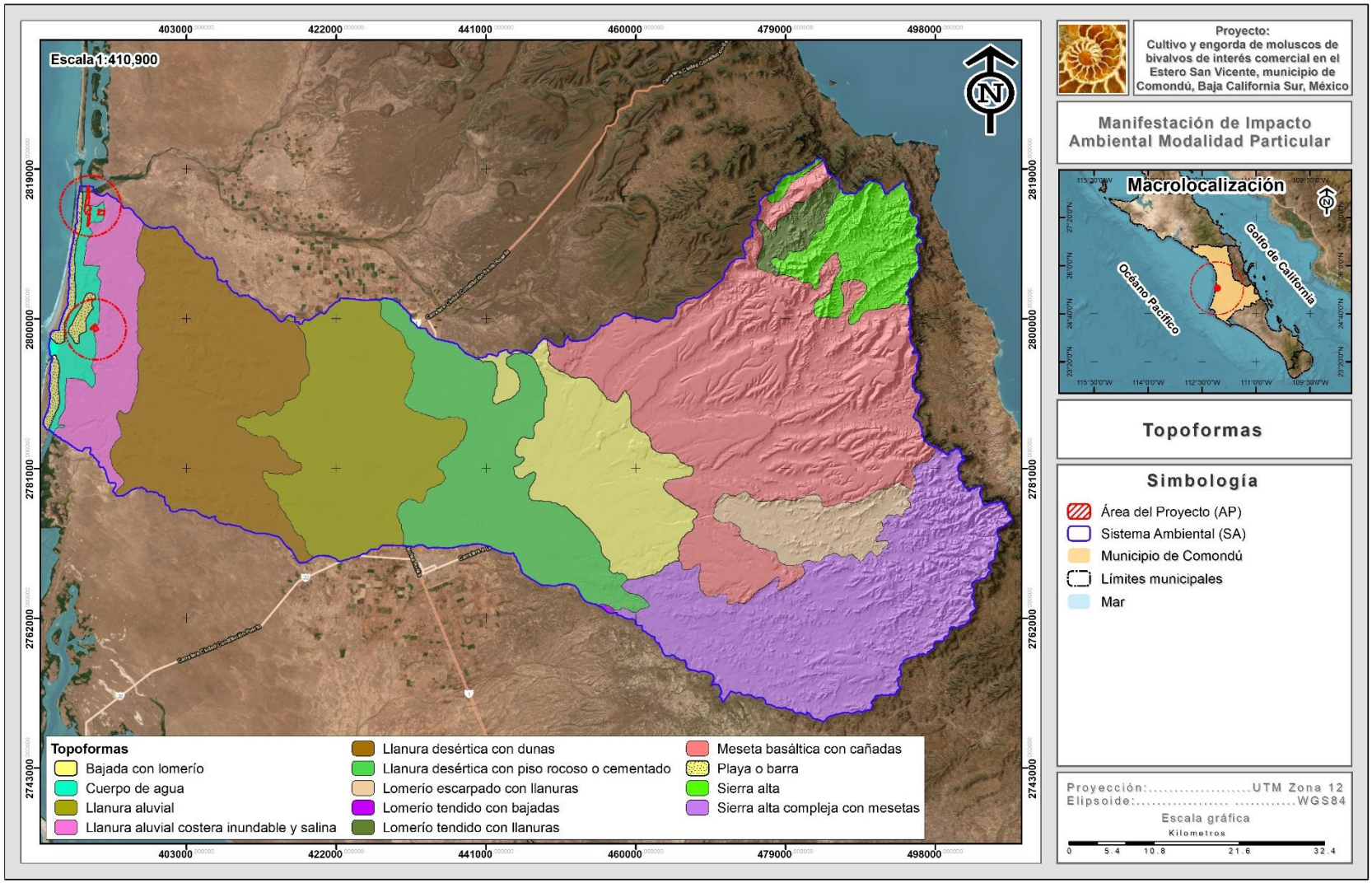


Figura 74. Geomorfología del área aledaña al Proyecto

La provincia geológica Faja Volcánica Sierra La Giganta está conformada por una serie de rocas volcánicas (piroclastos, derrames de lava y brechas) y areniscas continentales que constituyen la Sierra La Giganta. Esta secuencia de rocas sobreyace a un batolito de rocas intrusivas graníticas y a rocas metamórficas. La columna estratigráfica está constituida por unidades de origen sedimentario (marino- continental) y volcánico, su descripción se realizó en estudios previos y se apoyó en los cortes litológicos de pozos perforados por PEMEX. La mayoría de las formaciones mencionadas no afloran en superficie y su presencia en el subsuelo se identificó mediante las perforaciones. Tal es el caso de las formaciones sedimentarias Valle del Cretácico Superior, que aflora en la Isla Margarita, y Santo Domingo del Paleoceno que fue descrita por Mina (1957) con base en los cortes litológicos de las perforaciones exploratorias de PEMEX Hiray 1, 2 y 4. El basamento regional de esta secuencia está compuesto por complejos ofiolíticos (Formación Eugenia; Mina, 1957) y secuencias del Triásico-Jurásico (Formación San Hipólito; Mina, 1957) parcialmente metamorfizadas (Lozano, 1976), que no han sido reconocidas en el valle, pero que afloran en la Isla Magdalena.

Tabla 19. Porcentajes y superficies de los tipos de formaciones geológicas presentes en el SA.

No.	Clave	Tipo	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	%
1	Q(ar)	Arenisca	1,069,923,004.76	106,992.300	23.62
2	Tm(ar-cg)	Arenisca-Conglomerado	902,796,054.10	90,279.605	19.93
3	Q(s)	Sedimentos	891,100,885.73	89,110.089	19.67
4	Ts(Vc)	Volcanoclástico	833,623,892.38	83,362.389	18.40
5	Tpl(cg)	Conglomerado	547,901,194.29	54,790.119	12.10
6	Ts(Igeb)	Ígnea extrusiva intermedia	200,780,765.54	20,078.077	4.43
7	H2O	Cuerpo de agua	69,202,103.72	6,920.210	1.53
8	Q(Igeb)	Ígnea extrusiva básica	14,415,838.11	1,441.584	0.32
9	Tm(lu-ar)	Lutita-Arenisca	22,636.22	2.264	0.00
9	**Totales**		**4,529,766,374.84**	**452,976.637**	**100.00**

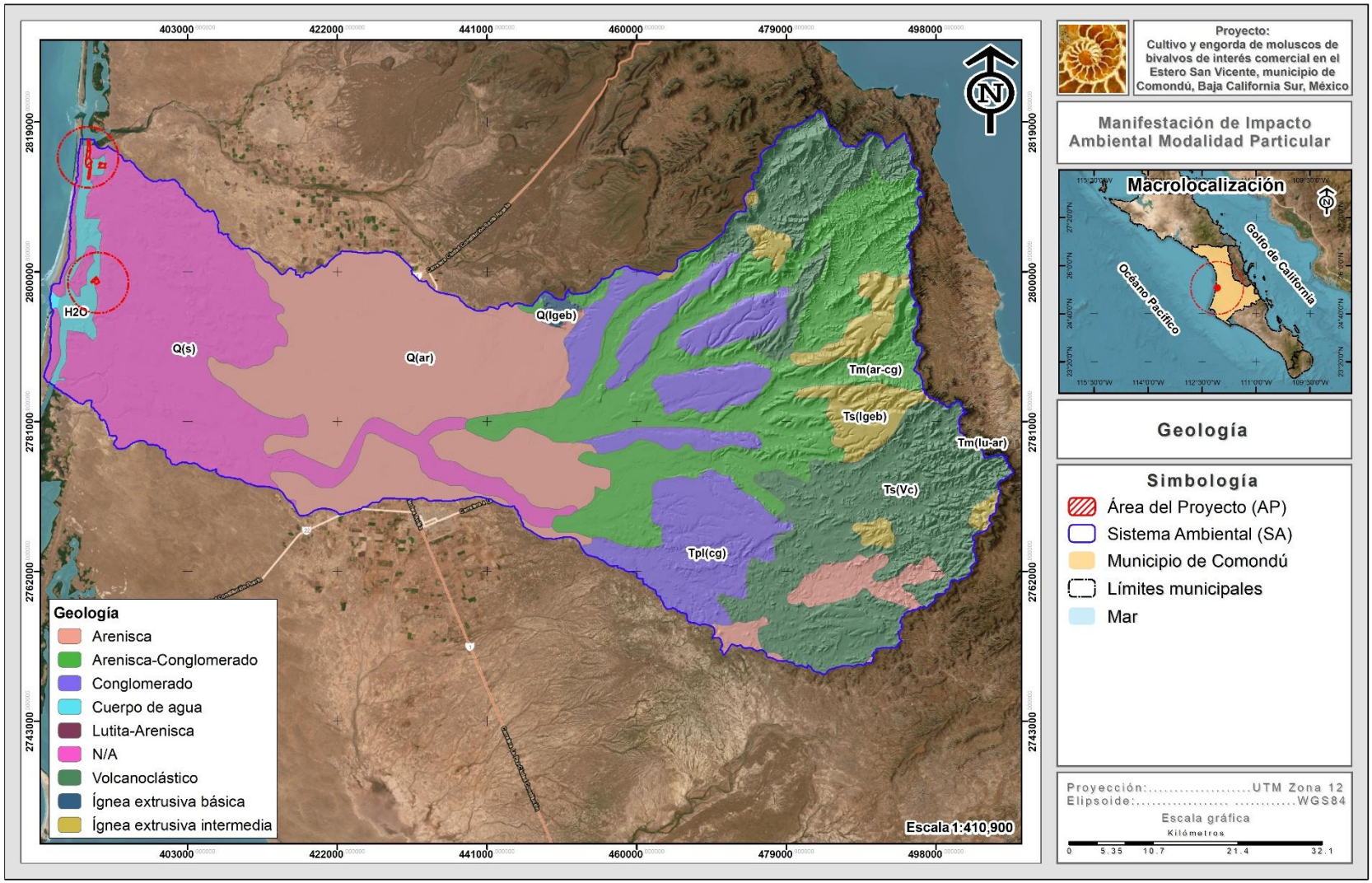


Figura 75. Geología del sistema ambienta

Estratigrafía

La estratigrafía de las unidades que afloran en la superficie cubierta por el acuífero comprende rocas sedimentarias y volcánicas cuyas edades varían del Cretácico al Reciente (figura 2). A continuación, se hace una breve descripción de las unidades litológicas, de la más antigua a la más reciente:

Susceptibilidad de la zona de sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y actividad volcánica

Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, estas zonas indican que tan frecuentemente se presentan sismos en las diversas regiones, así como la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

El área de La Palizada y Las Botellas se localizan en la zona B, la cual es una zona intermedia, donde se registran sismos de manera esporádica o que es afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo (**Figura 79**).

Según registros del Sistema Sismológico nacional, en los últimos cien años, en el área no se han registrado eventos de intensidad considerable, es decir, de seis grados o más en la escala de Richter.

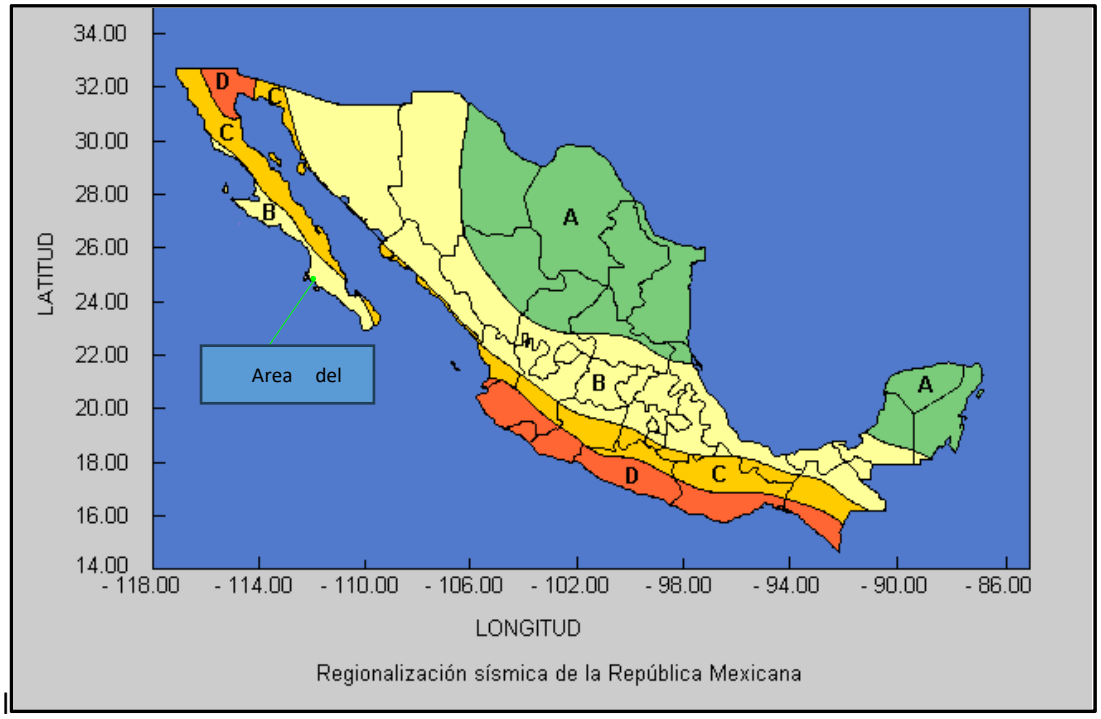


Figura 76. Ubicación del Proyecto, en la Regionalización sísmica de la República Mexicana (Consulta en línea al Servicio Sismológico Nacional).

Deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca

De acuerdo a las características topográficas y geomorfológicas en el área del Proyecto existe riesgo de derrumbes por la presencia de acantilados expuestos a la actividad erosiva del oleaje que incide en la costa. En cuanto a otros movimientos de tierra o roca, se encuentran asociados principalmente al material transportado durante temporada de lluvias a través de los causes de arroyos.

Actividad volcánica

A este respecto en la actualidad no se presenta actividad volcánica, sin embargo es de hacer notar que en la periferia de 100 km de radio con centro en el área del Proyecto, se encuentran numerosos aparatos volcánicos de edad Terciario Superior, sin ningún tipo de actividad.

Suelos

Metodología

Para el estudio de los suelos del área de influencia del proyecto se hizo la búsqueda bibliográfica y cartográfica correspondiente. Con base en la información topográfica y de vegetación se delimitaron 11 unidades de suelo.

En el AP se encontraron básicamente dos tipos de suelos: Solonchak gleyico y Arenosol sódico. El Arenosol Yermico domina en el paisaje, por tratarse de una región de llanura costera, en tanto que el Solonchak gleyico se encuentra únicamente en las zonas inundables, en donde se acumula el material transportado por el agua, en la parte media y alta de la cuenca se encuentra Calcisol sálico ocupando el 18.31%, los cauces de los escurrimientos efímeros y semipermanentes están recubiertos de Cambisol calcárico dada la naturaleza del agua tipo clorurada cálcica de la región, mientras que el Leptosol esquelético es el más abundante con el 23.36% del total.

Erosión

En la zona de interés para el desarrollo del proyecto se presentan procesos de erosión, pero el riesgo de que este influya en el proyecto es muy bajo, porque este se desarrollara bajo el agua.

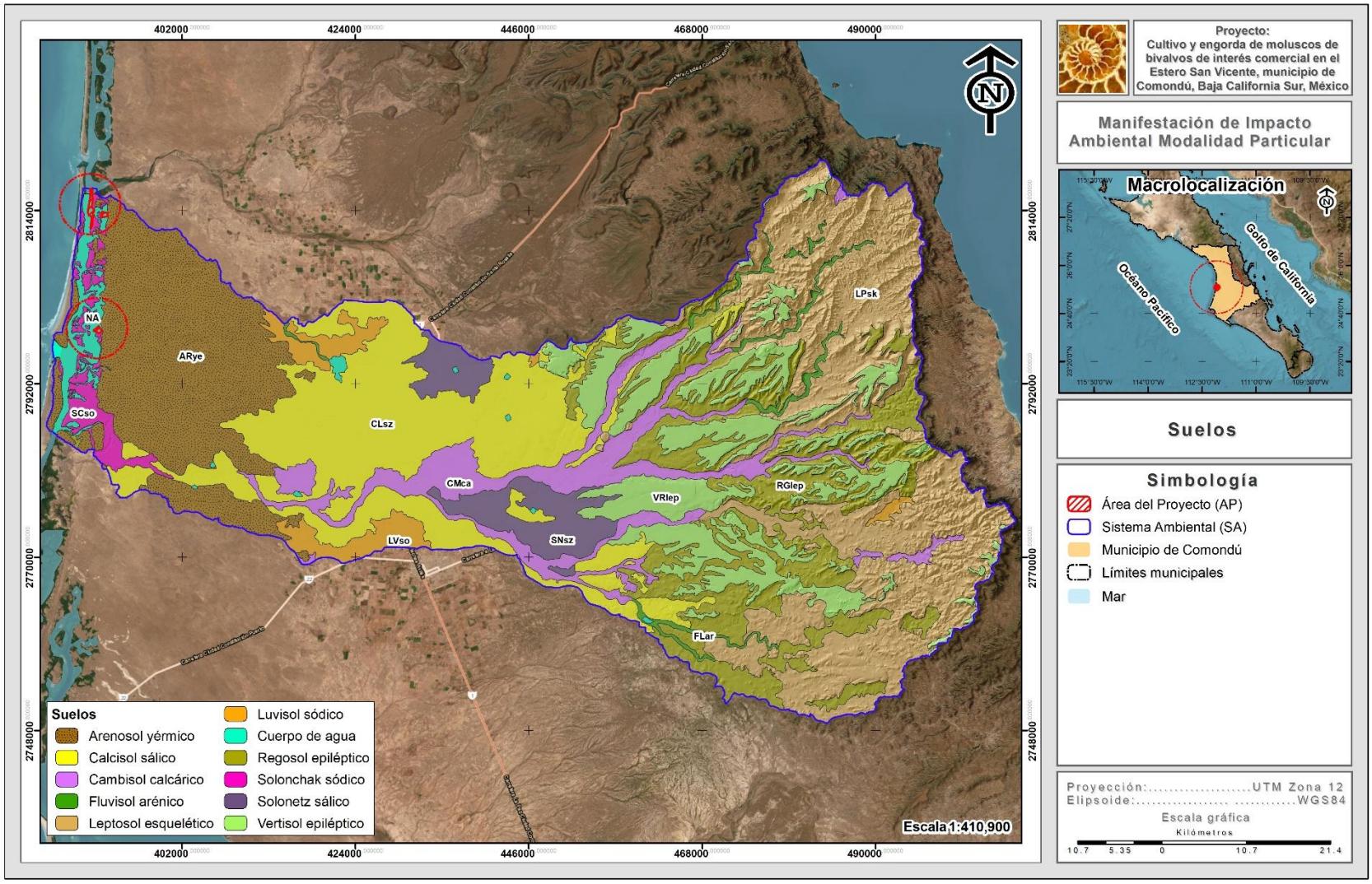


Figura 77. Tipos de suelo presentes en el área del proyecto

Tabla 20. Clases de suelo presentes en la cuenca del sistema ambiental del proyecto.

No.	Clave	Clase	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	LPsk	Leptosol esquelético	1,058,312,458.10	105,831.246	23.36
2	CLsz	Calcisol sálico	829,540,994.56	82,954.099	18.31
3	ARye	Arenosol yérmico	663,376,755.82	66,337.676	14.64
4	RGlep	Regosol epiléptico	638,727,324.00	63,872.732	14.10
5	VRlep	Vertisol epiléptico	512,511,513.49	51,251.151	11.31
6	CMca	Cambisol calcárico	336,503,458.36	33,650.346	7.43
7	SNsz	Solonetz sálico	174,680,972.50	17,468.097	3.86
8	LVso	Luvisol sálico	113,831,559.00	11,383.156	2.51
9	NA	NA	76,056,831.23	7,605.683	1.68
10	SCso	Solonchak sálico	74,280,624.44	7,428.062	1.64
11	FLar	Fluvisol arénico	51,943,883.37	5,194.388	1.15
12	**Totales**		**4,529,766,374.84**	**452,976.637**	**100.00**

IV.2.3. Hidrología superficial y subterránea

- Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

De acuerdo a la regionalización hidrológica reportada en INEGI, 1981, El área de estudio donde se pretende la construcción del proyecto, se encuentra colindante a la Región Hidrológica (RH) 3, Baja California Suroeste que abarca un área de 41 716 km^2 a lo largo de casi toda la parte central de la península de Baja California, en la vertiente del Pacífico, desde Punta Santo Domingo, en el estado de Baja California Sur, hasta Punta San Carlos en Baja California.

El área que cubre el acuífero se encuentra ubicada en su totalidad dentro de la Región Hidrológica 3 “Baja California Suroeste (Magdalena)”, Subregión Hidrológica “Baja California Suroeste”, cuenca “Arroyo Venancio-Arroyo Salado”, subcuencas “Arroyo Santo Domingo”, “Arroyo Santa Cruz”, Arroyo La Soledad”, Bahía Magdalena” y “Arroyo Las Bramonas”.

La hidrografía de la superficie comprendida por el acuífero está integrada principalmente por los Arroyos Santo Domingo, La Soledad o Bramonas que atraviesan la zona de este a oeste, así como otros pequeños arroyos que se localizan en la cuenca cerrada local conocida como Llanos de Hiray. Los arroyos principales mencionados se originan en la zona montañosa de la Sierra La Giganta, presentan una red de drenaje con arreglo dendrítico poco profundo y de fuertes pendientes que, a medida que avanzan hacia la planicie costera, por la disminución del gradiente topográfico se vuelven divagantes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Los principales escurrimientos son ocasionados por lluvias provocadas por fenómenos ciclónicos que producen tormentas de fuerte intensidad y corta duración, cuyas avenidas causan pérdidas a los agricultores del valle, pero también una recarga importante al acuífero.

El Arroyo Santo Domingo tiene un área de cuenca de 4,120 km2, una de las más grandes de la península, y se origina por la confluencia de arroyos San Javier y Santa Cruz, que nacen en la

Sierra Concepción. Por su parte, el Arroyo Soledad o Bramonas tiene una longitud total de 140 km y una superficie de cuenca de 3,608 km2. Sus principales aportadores son los arroyos San Gregorio, Quepo, San Vicente, Cañada del Mezquite, Los Achemes y San Luis. Aguas abajo de la cuenca del Arroyo Las Bramonas, se localiza, frente a Bahía Magdalena, una superficie aproximada de 1,530 km2 que presenta escaso drenaje debido a la alta permeabilidad de las arenas que la constituyen, en donde se infiltran los escasos volúmenes que ocasionalmente escurren cerca de los poblados El Refugio, San Martín, La Pitaya y La Selva.

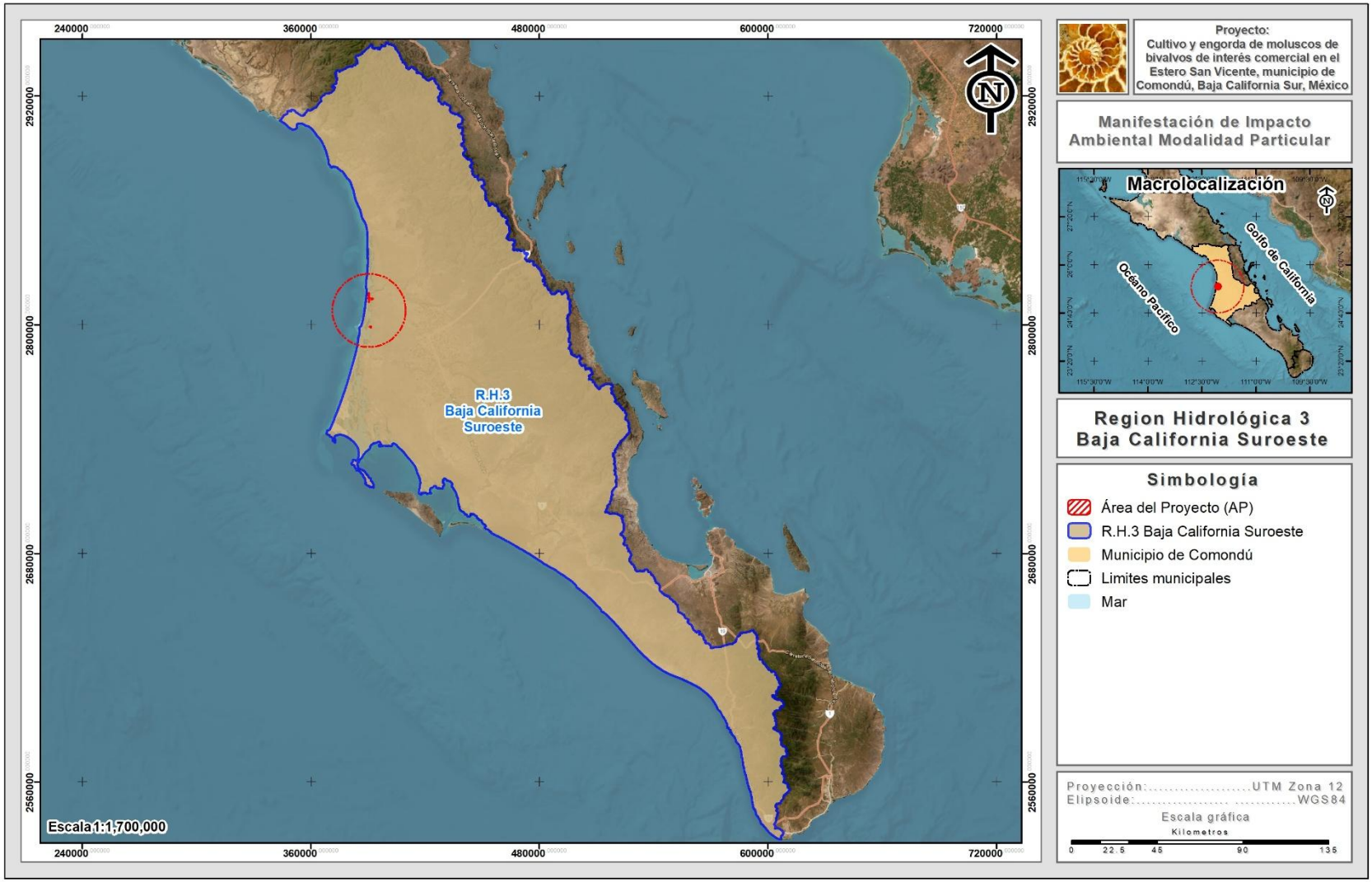


Figura 78. Región Hidrológica RH3 Baja California Suroeste.

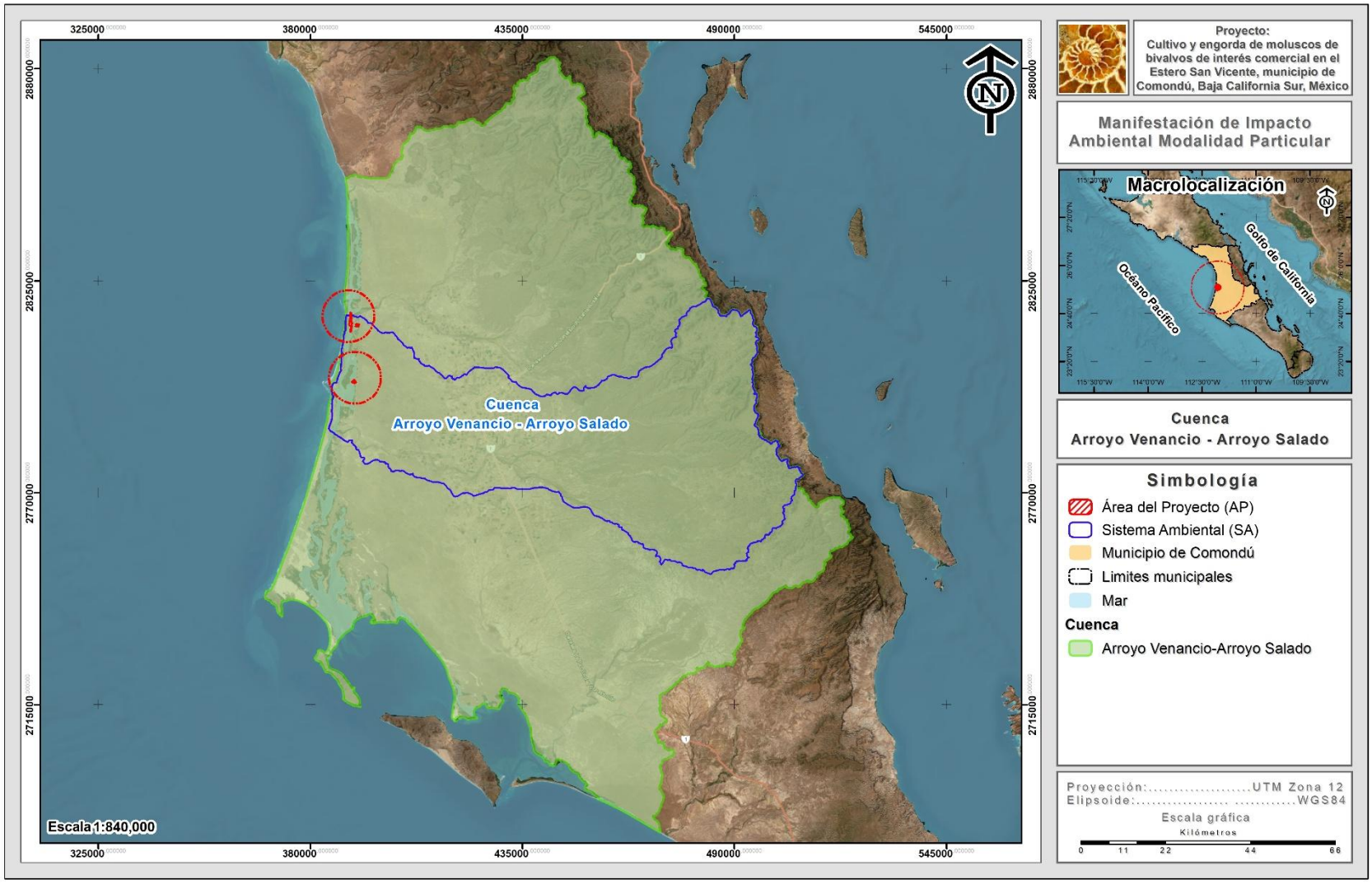


Figura 79. Cuenca donde se encuentra el área del proyecto

La red de drenaje de la cuenca es compleja y está asociada a la geología; se caracteriza por presentar patrones dendríticos y radiales de alta densidad en el área serrana, con cambios bruscos de pendiente, para después cambiar a una pendiente suave en su poción baja, con presencia de meandros.

Hidrología superficial:

- Embalses y cuerpos de agua

No existen cuerpo de agua terrestres en está subcuenca (Arroyo San Venancio-Arroyo Salado), solo pequeños escurrimientos efímeros (debido a los cercano del parteaguas a la costa) cuando se presentan las escasas lluvias.

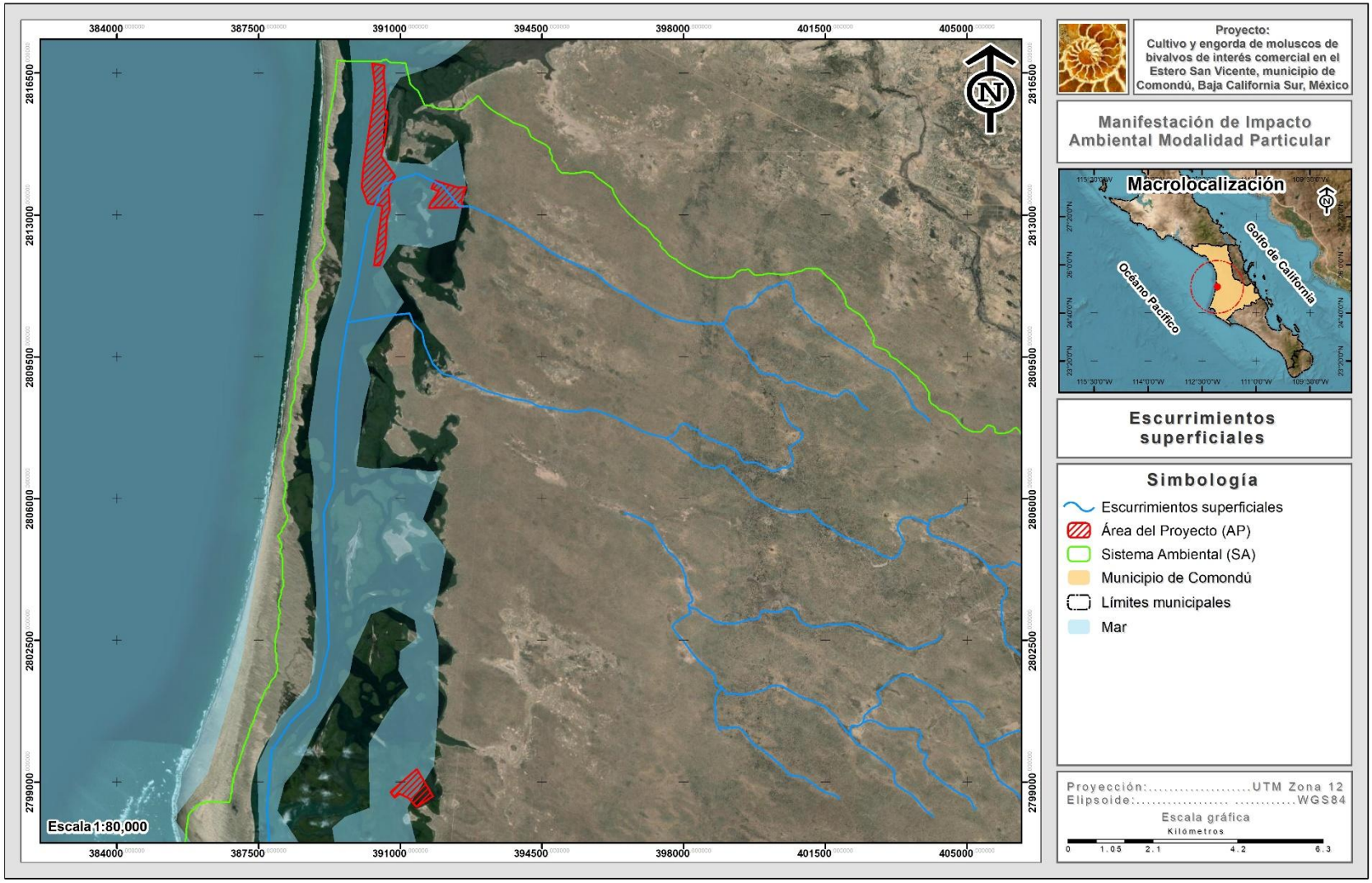


Figura 80. Escurrimientos superficiales calculados debido a la ausencia de cauces

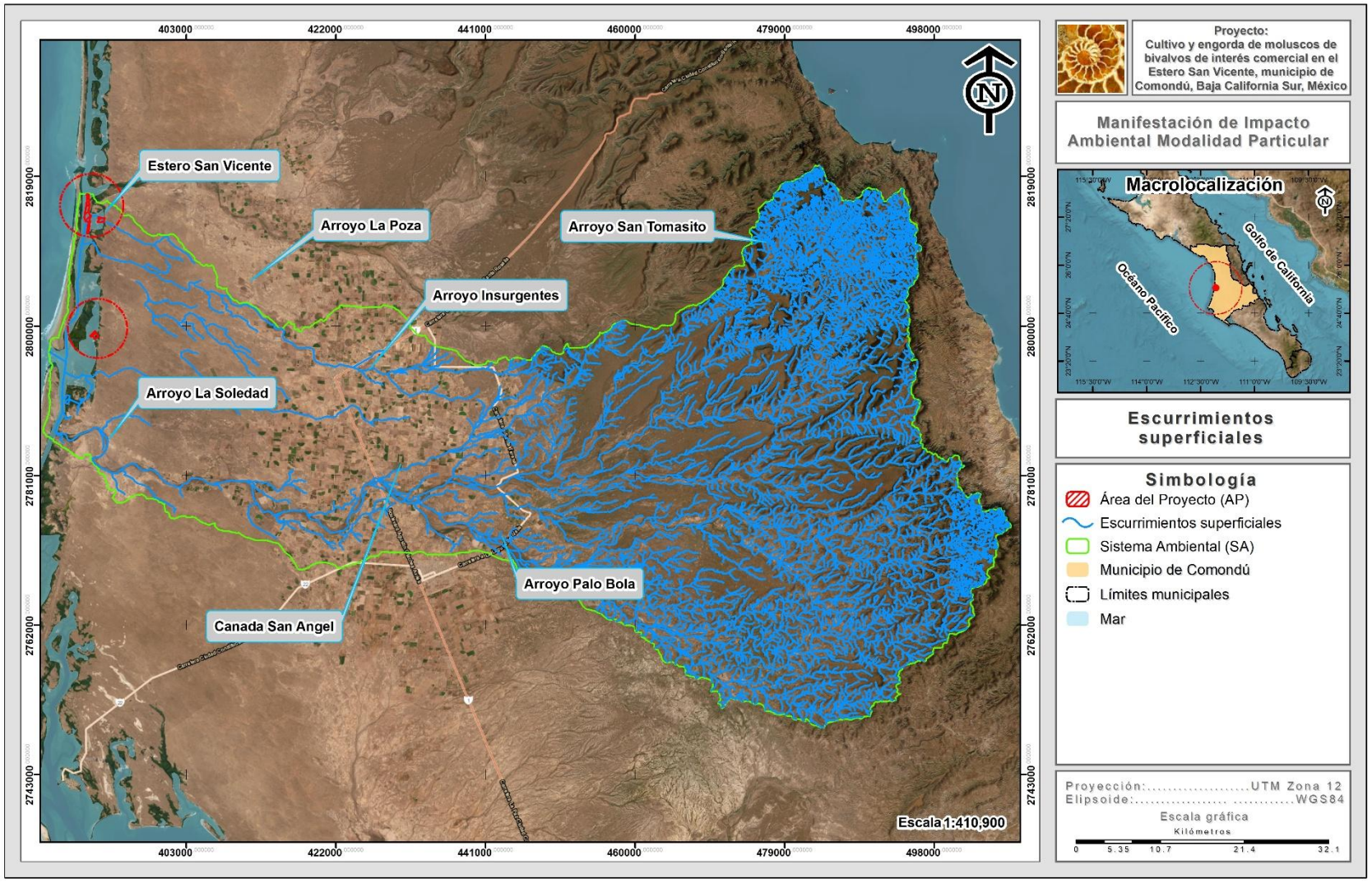


Figura 81. Red de drenaje superficial de carácter efémero.

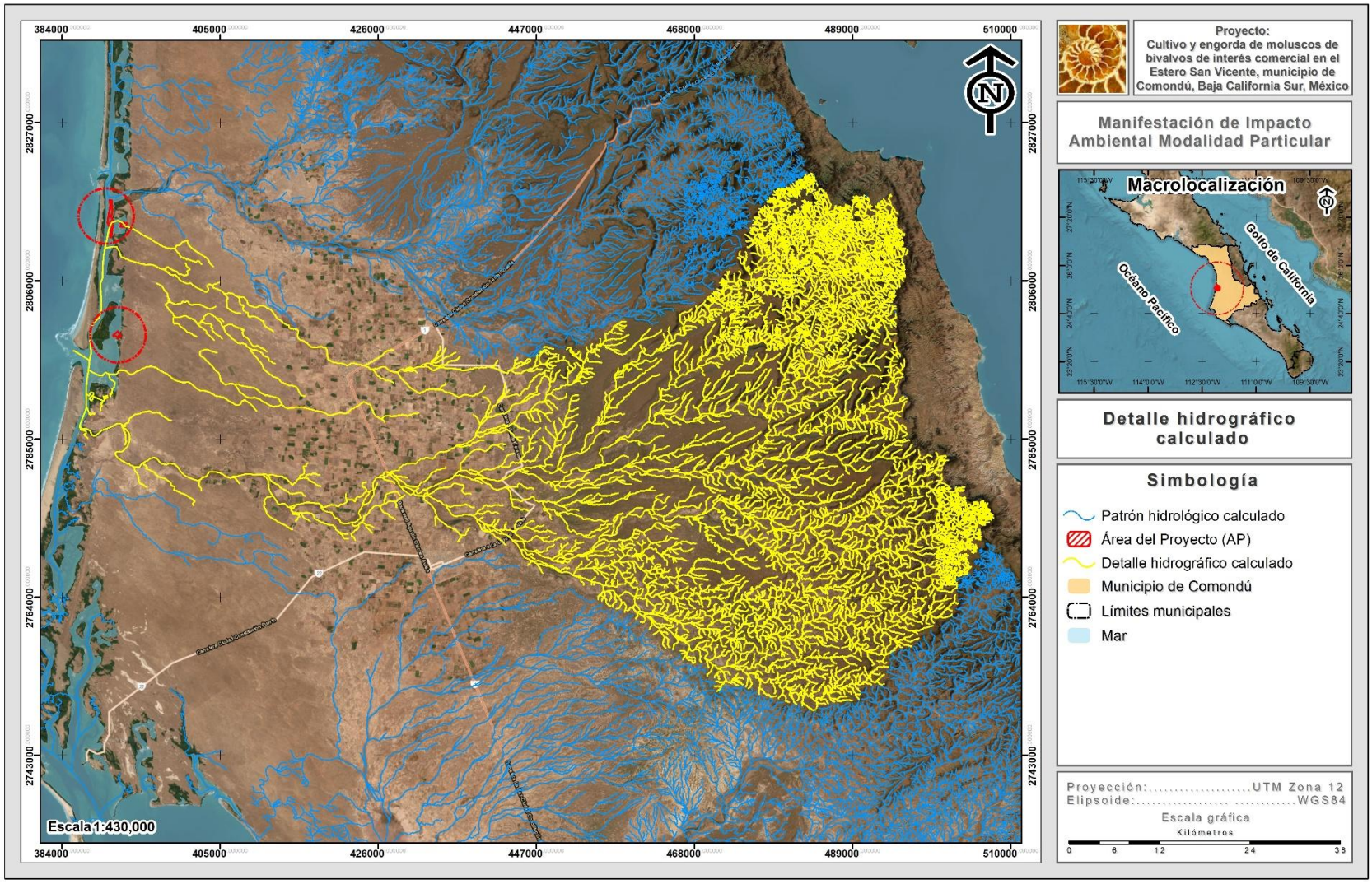


Figura 82. Escurrimientos superficiales en el Área del Proyecto

Hidrología Subterránea:

- Localización del recurso

En el área del proyecto no existen recursos hidrológicos subterráneos aprovechables, sin embargo administrativamente esta pertenece al acuífero Santo Domingo, que de acuerdo a la Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Santo Domingo, estado de Baja California Sur del año 2024 para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 176,680,721 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA). Conforme a la metodología indicada en la norma, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS DMA = 146.4 – 0.0 – 176.680721

DMA = -30.280721 hm3 /año.

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de 30,280,721 m^3 anuales.



Figura 83. Acuífero Santo Domingo, actualmente se encuentra en veda.

a) Zona Marina

Ciclo estacional de las corrientes geostróficas. El ciclo estacional de las corrientes geostróficas en la capa superficial de la región del Pacífico sur de la PBC, se analizó con base al promedio trimestral de los campos de corrientes geostróficas en 2006. En esta secuencia de imágenes, se observan a dos periodos de la variabilidad intra–anual bien definidos por la ubicación y dirección de los flujos principales de las corrientes. En el periodo de invierno y primavera, estos flujos se encuentran más alejados de la costa cuando se dirigen hacia el sureste, en comparación a lo observado en verano y otoño, cuando su dirección es principalmente hacia el noroeste. En los escenarios correspondientes al primero de los periodos antes referidos, se observa la relación más directa con la CC en la región adyacente al sistema lagunar BM–BA, con una ligera convergencia de las corrientes de abril a junio. Esta convergencia parece estar asociada a un par de giros que se desarrollan al norte y al suroeste de la región adyacente al sistema lagunar, como un ajuste en la vorticidad del campo de corrientes, probablemente asociados a la intensificación del viento del noroeste. Por su parte, la circulación geostrófica de verano a otoño presenta un flujo dirigido hacia noroeste que sigue aparentemente la configuración de la línea de costa.

El análisis comparativo de la variabilidad estacional de las corrientes geostróficas y de los vientos dominantes confirmó que durante primavera y principios de verano, la intensidad de los vientos induce el flujo geostrófico hacia el Ecuador, a lo largo de la costa, prácticamente hasta el extremo sur de la península. La existencia de meandros y remolinos asociados con la CC inducen el intercambio de masas de agua oceánicas y costeras. El patrón de las corrientes de la CC para el año 2006, indica una ligera convergencia en la región adyacente al sistema lagunar BM–BA, de donde es evidente un transporte neto de aguas subárticas predominantemente dirigido hacia sureste.

De verano a otoño, el viento promedio superficial disminuye su intensidad y cambia su dirección hacia mar dentro, al sur de Punta Eugenia; las anomalías del esfuerzo del viento se dirigen principalmente hacia el noroeste (Espinosa–Carreon et al. 2004), lo que permite la intrusión de aguas superficiales subtropicales a lo largo de la costa de la PBC en dirección al polo. El patrón estacional de la distribución de la TSM y corrientes geostróficas son congruentes entre si, indicando que el ciclo anual del transporte promedio de agua en la región frente a BM–BA, es caracterizado por dos periodos bien definidos: (1) de enero a junio por un influjo hacia el sureste del agua subártica y transicional, de menor temperatura y salinidad (Roden 1971), y (2) de julio a diciembre, por la presencia de agua con características que se identifican comúnmente en aguas subtropicales y, en menor proporción la presencia de agua tropical.

El debilitamiento de los vientos del noroeste y el cambio en la dirección de las corrientes geostróficas hacia el norte en la porción sur de la PBC se intensifica durante los años El Niño

(Durazo & Baumgartner 2002). Estos autores elaboraron un diagrama conceptual que compara dos escenarios temporales: uno para años sin eventos El Niño, según Roden (1971), y otro para años El Niño (1997– 98). Durante el otoño, en años libre del evento El Niño, el agua transicional (ATr) y, en ocasiones, agua tropical superficial (ATS) fluye a lo largo de la costa en dirección noroeste hasta Punta Eugenia. Durante periodos El Niño, las aguas subtropicales superficiales (AsTS) predominan en la región del Pacifico frente a la PBC, y las aguas de transición (ATr) fluyen a lo largo de la costa hasta California norte. Por lo que en años El Niño, en la región adyacente a BM–BA, se intensifica la influencia de aguas subtropicales superficiales, aguas transicionales y, posiblemente, aguas tropicales superficiales. Algunos autores (Kessler 2006, Lavin et al. 2006) proponen la hipótesis de que la Corriente Costera de Costa Rica puede transportar las aguas tropicales superficiales (ATS) hasta el sur de la PBC durante el otoño. La identificación de masas de agua por diagramas T–S en la plataforma continental frente al sistema BM–BA tiene carácter relativo por la mezcla intensa de diferentes tipos de agua y el comportamiento de los eventos de surgencia. Sin embargo, este tipo de análisis junto con la información sobre organismos planctónicos y micronectónicos provee la información de la procedencia subárctica o subtropical de las aguas.

Las surgencias costeras en el área de estudio son identificadas como un importante componente hidrofísico que afecta a los periodos reproductivos y en áreas de alimentación de muchas especies, debido a su intensidad y frecuencia. La extensión espacial de las zonas de surgencias depende principalmente de la intensidad, dirección y duración del viento, del esfuerzo rotacional de viento, orientación de la línea de costa, y de las características batimétricas. En los trabajos clásicos de Bakun & Nelson (1977, 1991) se menciona que cuando el esfuerzo rotacional del viento es positivo, la intensidad del viento se incrementa desde la costa en dirección hacia el mar abierto y, el transporte de las aguas superficiales induce a una divergencia de aguas superficiales. Cuando el esfuerzo rotacional del viento es negativo, su intensidad decrece hacia el mar abierto y el afloramiento de aguas de menor temperatura cerca de la costa, no puede ser transportado con suficiente velocidad, formando una convergencia de aguas superficiales y consecuentemente una elevación del nivel del mar. El esfuerzo rotacional negativo del viento limita la extensión de la zona superficial de surgencia hacia fuera de la costa. Al respecto, Strub et al. (1991) hacen mención de diversas situaciones en las que se presentan filamentos superficiales en las zonas de surgencias. Estos filamentos y otras estructuras hidrofísicas de las zonas de surgencias están relacionadas con la topografía de la plataforma e irregularidades de la línea de costa (Castelao & Barth 2006). Por otro lado, la estratificación de la columna de agua afecta la aparición y extensión de las anomalías térmicas negativas. Así, la intensificación de la mezcla vertical en la capa superficial puede enmascarar el frente térmico superficial originado por la surgencia costera.

La zona de surgencia frente al sistema lagunar fue identificada por medio de la distribución espacial de las anomalías de la TSM mediante la determinación de anomalías negativas, cerca

de la costa. En general, los valores máximos de anomalías negativas (hasta de -2.5°C) se encontraron en la región adyacente al sistema BM– BA en mayo. Además, de observar frentes térmicos locales en superficie que limitan la extensión de la zona de anomalías térmicas negativas. El análisis de la información hidrofísica, obtenida en 2003, indicó que la extensión superficial de la zona de surgencia frente a BM–BA puede alcanzar hasta 30 km retirado de la costa. Esto a pesar de que la intensidad de los eventos de surgencia es prácticamente de la mitad con respecto a altas latitudes, pero suficientemente intensa para producir afloramientos de aguas subsuperficiales, desde 70 m de profundidad. La distribución promedio mensual de la TSM de diferentes años, indica que los contornos de anomalías negativas siempre se presentan con la misma configuración geométrica al exterior de BM, lo cual es interpretado como una respuesta dinámicamente estacionaria, causada por la orientación y topografía local de la plataforma continental.

La ocurrencia de surgencias costeras es asociada a una alta disponibilidad de nutrientes y consecuente de una alta productividad primaria. Las distribuciones verticales de temperatura y sigma-t mostraron la presencia de aguas subsuperficiales en la vecindad de la boca de BM. Asimismo, se ha determinado la existencia de corrientes de marea con intensidades que alcanzan valores hasta de 1.25 m s–1 en la boca de BM (Sánchez–Montante 2004, Gómez–Gutiérrez & Robinson 2006). De tal forma que, la combinación de la actividad de surgencias y corrientes de marea da como resultado el acoplamiento de un mecanismo de transporte de aguas subsuperficiales hacia el interior de BM, que genera condiciones hidrodinámicas semejantes a las aguas de la plataforma continental, en la parte más profunda de BM. Este mecanismo puede ser considerado de importancia para el aporte de nutrientes, plancton y necton al sistema lagunar, especialmente de marzo a junio. Esto es consistente con estudios hidroacústicos que señalan un transporte de plancton y micronecton por corrientes de marea a través de la boca de BM, donde además se indica la combinación de este mecanismo hidrodinámico, con la migración vertical diaria de los organismos (Robinson & Gómez–Aguirre 2004, Gómez–Gutiérrez & Robinson 2006, Martínez–Gómez et al. 2007, Robinson et al. 2007).

La estratificación de la zona marina regula parcialmente el proceso de transporte de aguas frías y ricas de nutrientes hacia el interior de BM. Por ejemplo en invierno, cuando la profundidad de la termoclina estacional es máxima y excede la profundidad de la boca BM (45 m), no se registró el influjo de aguas subsuperficiales frías al interior de BM. En tanto que aún cuando el ISC promedio fue casi siempre positivo, la capa de mezcla es profunda en otoño e invierno, de tal forma que el agua subsuperficial que aflora durante las surgencias, no proviene de la parte más profunda de la termoclina. En apoyo a estos resultados Gómez-Gutiérrez et al. (2001) mostraron un efecto del incremento en la profundidad de la capa de mezcla y hundimiento de la termoclina en otoño a las profundidades mayores a las de la boca de BM. En contraste, durante la primavera y el verano, el ascenso de la termoclina hacia la superficie permite el influjo de las aguas frías de surgencia hacia el interior de BM; una vez establecida la

estratificación de la columna de agua en la zona interior de BM. Además de lo anterior, en este estudio se muestra la evidencia de un influjo de agua subsuperficial proveniente de la plataforma continental, el cual es mezclado con las aguas superficiales por efecto de fricción con el fondo rocoso en la boca de BM.

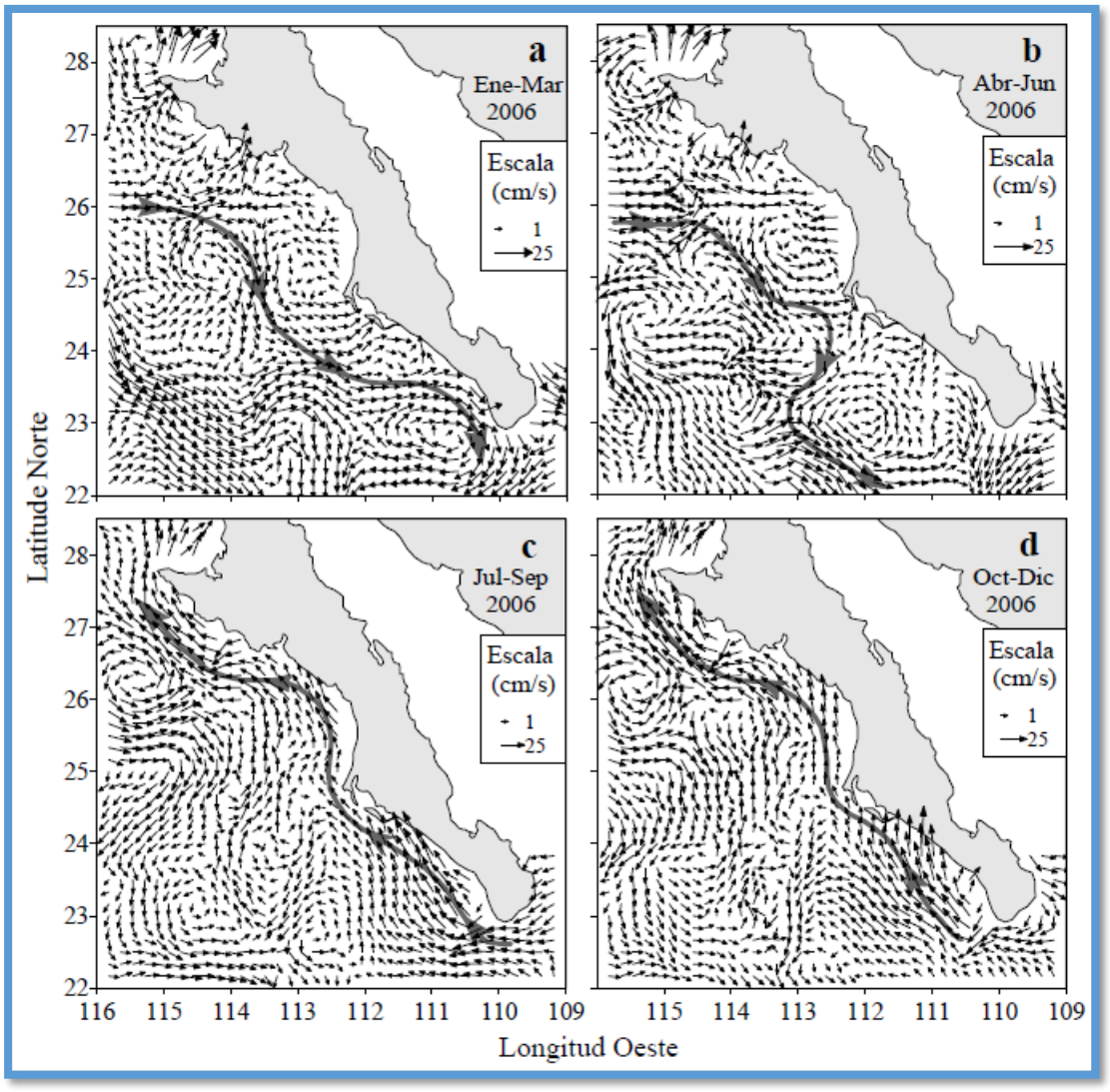


Figura 84. Variabilidad estacional de corrientes geostróficas (500 db) calculadas con el modelo OCCAM, con base en los datos de altimetría satelital en 2006 (U.S. Naval Research Laboratory). (A) enero-marzo, (B) abril-junio, (C) julio-septiembre y (D) octubredici

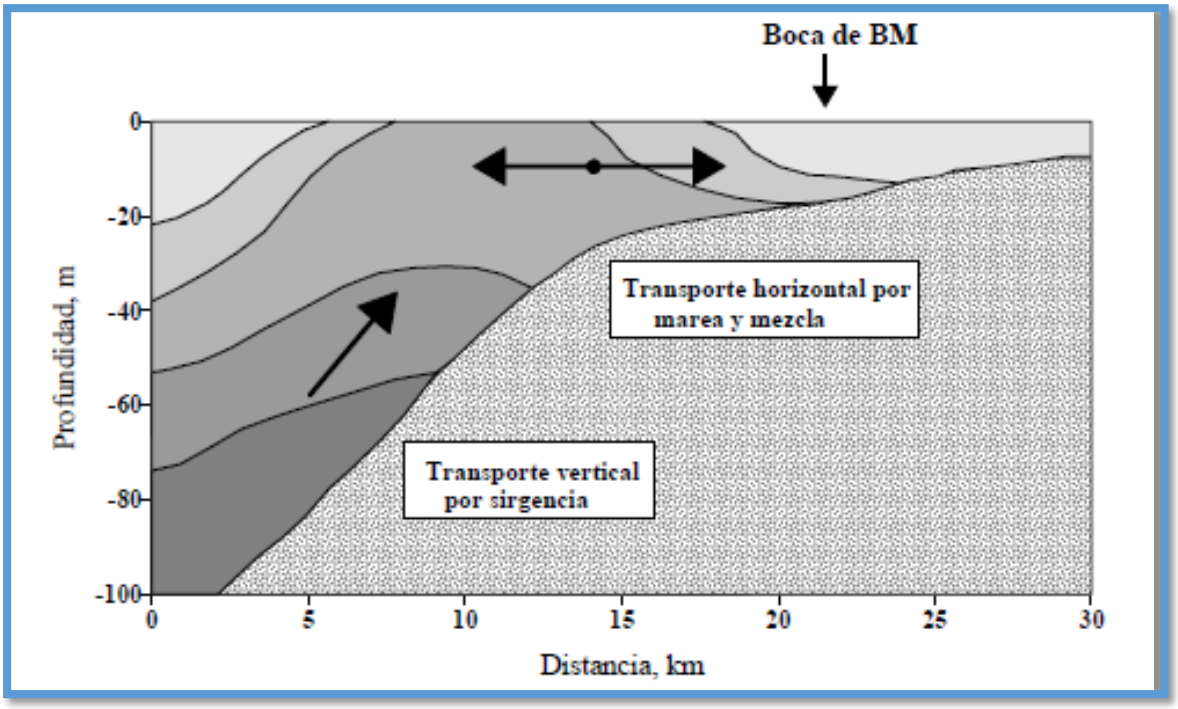


Figura 85. Esquema conceptual del mecanismo acoplado de surgencias costeras y transporte de marea que determina el intercambio de agua entre Bahía Magdalena-Almejas y la zona oceánica adyacente (tomado de Zaytsev et al. 2003).

Condiciones locales: El clima en Cd. Constitución es semi-cálido y semiárido con lluvias en verano, tipo BWhw (x)' (e), mientras que en San Carlos es BWhs (x") (e), según la clasificación de Köppen modificada por García (1964). Ambos son secos, semi-cálidos con una temperatura anual mayor a 18 °C, pero en Cd. Constitución las lluvias son mayores en verano, mientras que el puerto durante el invierno; en Pto. López Mateos el régimen climático es similar al de San Carlos aunque hay diferencias microclimáticas entre ellos.

En Cd. Constitución la temperatura media anual (TMA) es de 22.1 °C y la precipitación total (PP) de 158.2 mm, mientras que en San Carlos la TMA es de 20.9 °C y en López Mateos de 19.8 °C, en tanto que la PP es de 99 y 134.1 mm al año, respectivamente. En estas localidades la PP es mayor al final del invierno y en otoño, aunque hay un repunte en septiembre, mientras que en Constitución las lluvias más intensas se registran en agosto y septiembre. Por otro lado, en BM el régimen de vientos presenta dos estaciones, una abarca el invierno y primavera, cuando dominan los vientos que proviene del NO y la otra el verano y otoño, cuando son más frecuentes los del sur (Funes-Rodriguez et al., 2007).

En Puerto Cortés la temperatura se incrementó entre enero y febrero de 2015, en marzo y abril presentó pocos cambios, mientras que entre mayo y los primeros días de junio disminuyó ligeramente (**Fig. 89**), a diferencia de la tendencia positiva que normalmente ocurre.

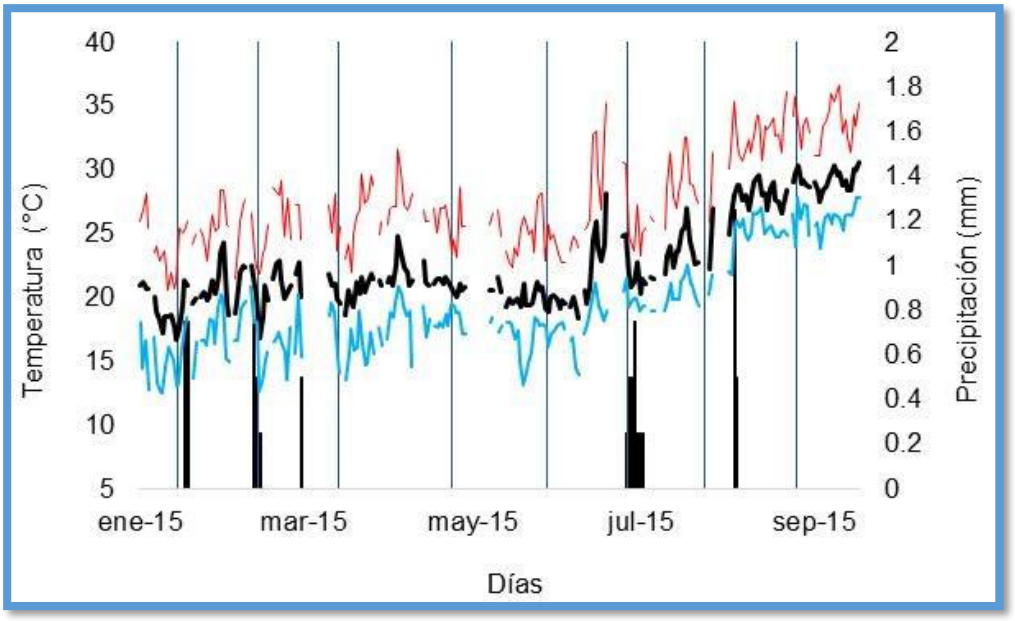


Figura 86. Variaciones de la temperatura y precipitación pluvial diarias en Puerto Cortés.

Entre los días 13 y 25 de junio, la temperatura del aire aumentó significativamente, cuando se presentó una alta presión en el noroeste y norte de México. Posteriormente, entre el 26 y el 2 de julio descendió ligeramente cuando además, hubo lluvias ligeras. A partir del 10 de julio se incrementó de manera ininterrumpida hasta el 17 de septiembre, la última fecha analizada. En este año, la lluvia en invierno fue de 3.5 mm y entre junio y el 15 de septiembre de 4.5 mm, menor a la que se registró en años anteriores.

Se compararon las variaciones de la temperatura mínima y máxima mensual registradas en Puerto Cortés y Ciudad Constitución para determinar si la tendencia de esos factores era similar en ambas localidades. Se encontró que en esta última, la oscilación térmica fue mayor y que la amplitud de las variaciones de la temperatura mínima también fue más grande. Sin embargo, a pesar de estas diferencias la tendencia de la temperatura fue similar entre las dos localidades porque los coeficientes de correlación fueron significativos al 95 % de confianza (T mín.: 0.93; T máx.: 0.89; N=51). En el caso de la precipitación, el coeficiente de correlación fue poco significativo, (r=0.35, p=.012, N=52).

En el periodo analizado las anomalías mensuales de la temperatura medidas en Ciudad Constitución presentaron oscilaciones alrededor de la media + 2 °C entre enero de 2008 y diciembre de 2011 (no hay información de 2012) e incluso en 2013; sin embargo, a partir de 2014, fueron positivas en la mayoría de los meses . En 2014, las anomalías fueron más acusadas en mayo y junio, en especial en el caso de la temperatura máxima (+4.9 y +4.7 °C, respectivamente), en tanto que en 2015 en invierno (T mín.:+3.84 a +5.03; T máx.: +2.81 a +4.41) y de junio a agosto (+2.6 a +3.7 °C) en el caso de la temperatura mínima y en junio (+2.45 °C) y agosto (+2.41 °C) en el de la máxima.

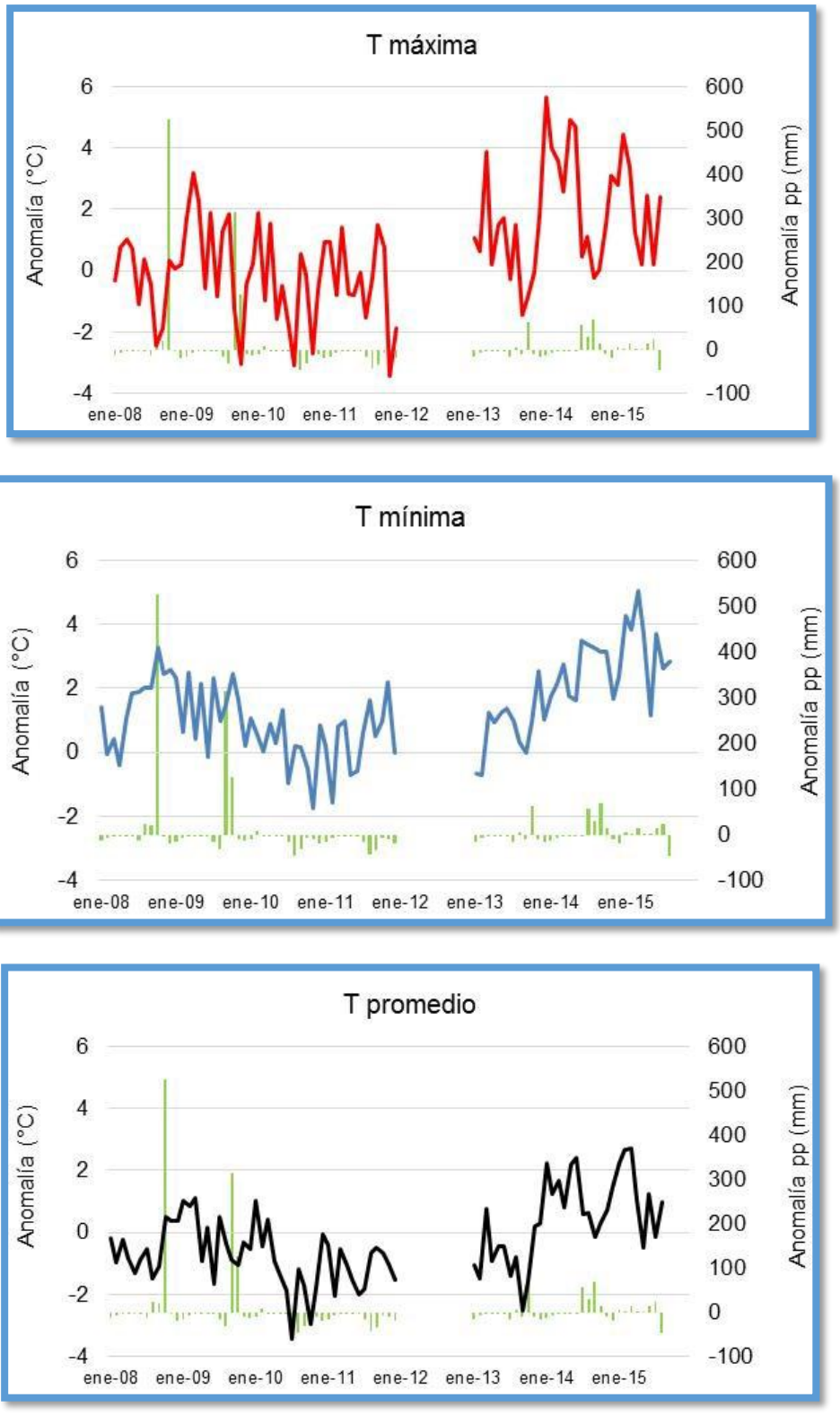


Figura 87. Variaciones de las anomalías de temperatura mínima, promedio y máxima, así como de la precipitación (columnas verdes) en Cd. Constitución.

Hidrodinámica en Bahía Magdalena.

En las lagunas costeras el estudio de la hidrodinámica es fundamental para determinar el flujo de partículas en suspensión, tales como larvas y material orgánico, así como disueltas, ya sean sustancias contaminantes, nutrientes, etc. En Bahía Magdalena se han realizado algunos estudios de circulación, pero no se han aplicado en el estudio de la productividad biológica por lo que el objetivo de este trabajo es elaborar un modelo que permita, en un momento dado determinar las áreas idóneas para las actividades acuícolas y el impacto de éstas en el entorno. En este texto se presentan los primeros resultados de la aplicación del modelo tridimensional MOHID desarrollado por el Marine and Environmental Technology Research Center del Instituto Superior Técnico de la Universidad Técnica de Lisboa.

Se digitalizó la batimetría de las Bahías Magdalena y Almejas presentada por Rodríguez Mata (2006); posteriormente, se interpoló a una rejilla de 170 por 190 celdas para desarrollar un modelo preliminar con baja resolución para identificar los problemas que pudieran presentarse en el proceso. En este modelo preliminar sólo se incluyó el forzamiento por marea en las condiciones de frontera. Los datos sobre composición espectral y amplitud de las mareas se obtuvieron de la Solución de Elementos Finitos del Modelo Global de Marea (www.aviso.altimetry.fr) utilizando la rutina incluida en MOHID Studio.

Los resultados preliminares muestran velocidades demasiado altas (hasta 40 m s-1) de las corrientes fuera de las bahías, como se muestra en la figura 120.

Corrientes

El área de estudio está influenciada principalmente por la Corriente de California, que tiene dirección hacia el sur, es superficial (< 300 m) y transporta agua fría subártica, baja en salinidad y rica en nutrientes y oxígeno. Presenta una contracorriente costera, conocida como la Corriente de Davidson, circulando en dirección norte, siendo fuerte en otoño e invierno cuando la Corriente de California incrementa su flujo ante el debilitamiento de los vientos septentrionales (Robles-Gil, 1985; Reyes-González, 2001).

La Corriente de California es hetereogenea, con amplios intervalos de productividad primaria y fijación de carbono, asi como de tamaño poblacional en las especies pelágicas dominantes: sardina, anchoveta, merluza y macarela (Reyes-González, 2001). El Pacífico Norte se caracteriza por ser una de las regiones más ricas y productivas del País y del mundo (Longhurst et. al., 1995). La Corriente de California domina el flujo de Norte a Sur y transporta aguas relativamente frías y ricas en nutrientes, esto sumado al intenso afloramiento de aguas profundas, también ricas en nutrientes brindan a esta región, en términos biológicos, las características apropiadas para albergar una gran diversidad de especies, citado en Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte (www.semarnat.gob.mx).

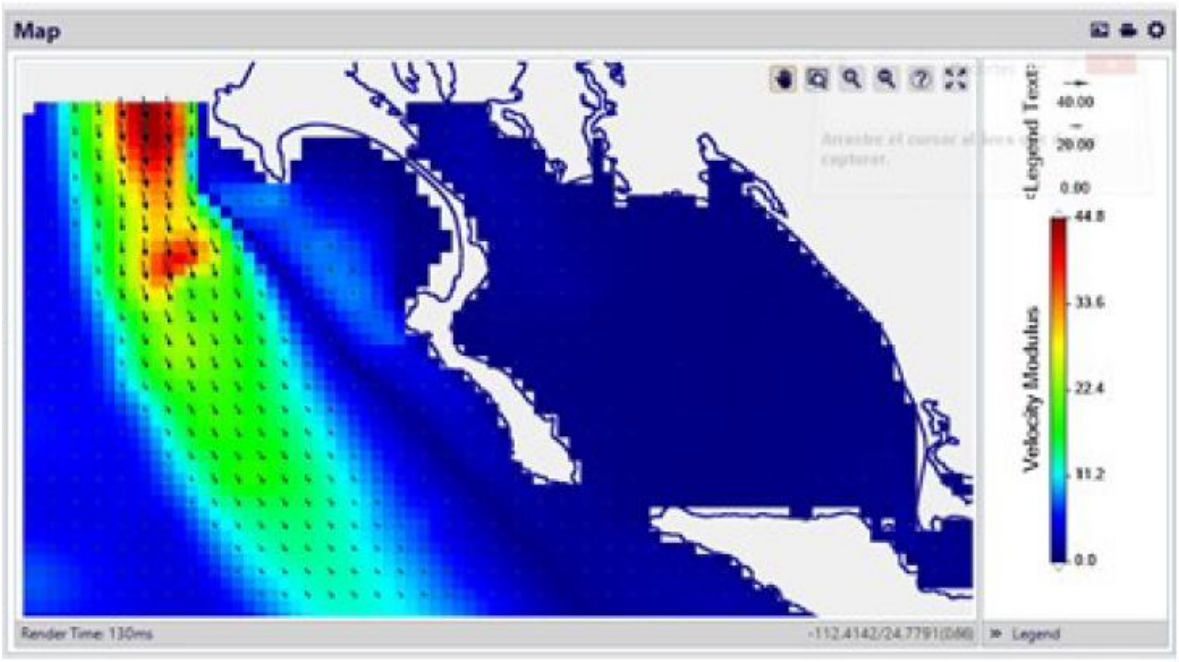


Figura 88. Velocidades predichas por el modelo en la zona marina adyacente a las bahías.

En general, el patrón de dirección de las corrientes adentro de las bahías es similar al mostrado por Morales-Zárate et al. (2006), como se observa en la **figura 92.** Sin embargo, debe considerarse que es resultado de la morfología de las bahías analizadas en el trabajo y que sólo una comparación cuantitativa de las predicciones de velocidades de corrientes y variación del nivel del agua con datos reales constituye una validación del modelo. Esa comparación sólo podrá hacerse al resolver el problema de las corrientes en la zona marina aledaña.

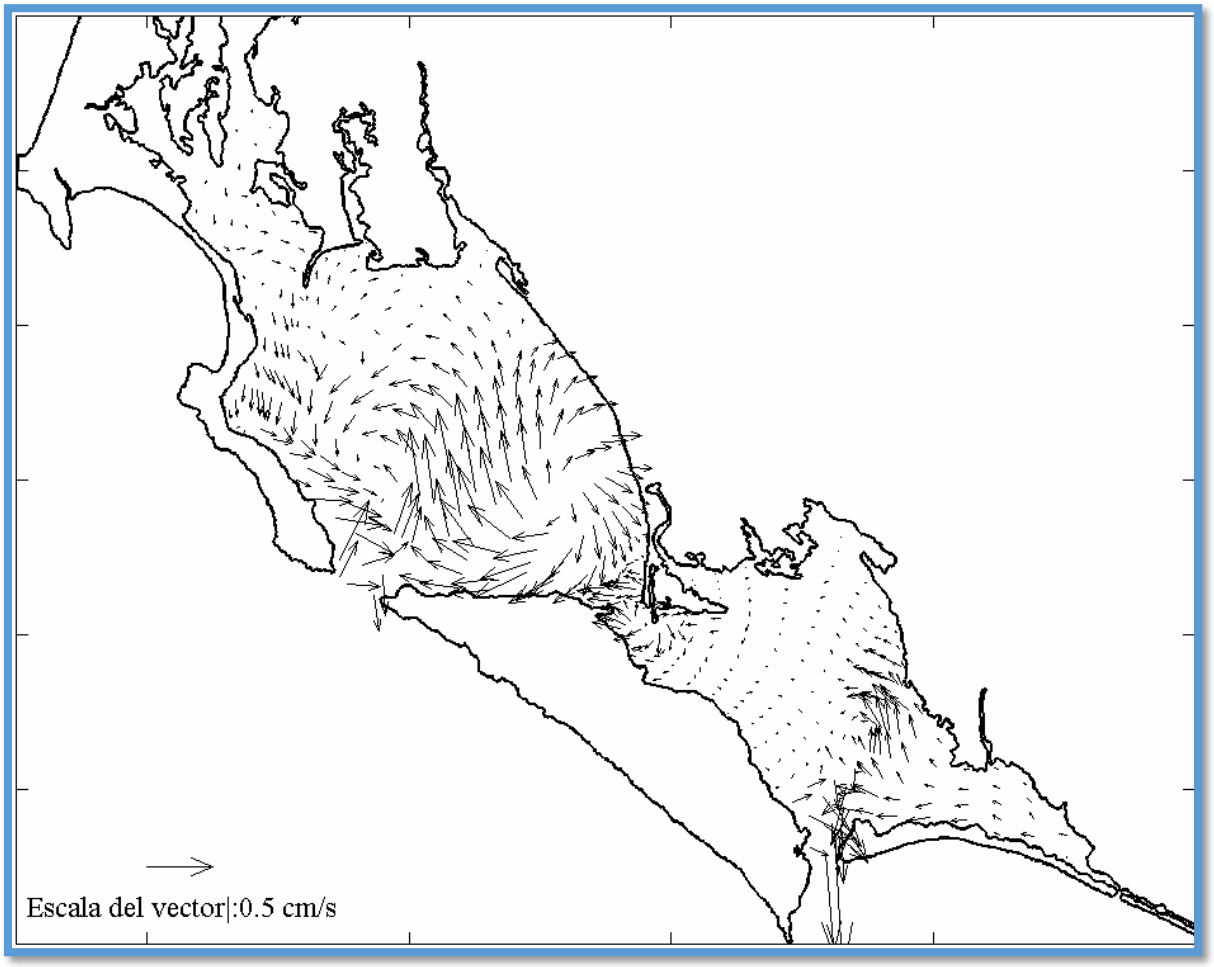


Figura 89. Distribución espacial de las corrientes residuales que resultan de la rectificación de la circulación forzada con la componente armónica de la marea M2. Los datos fueron obtenidos de las simulaciones numéricas de 5 días considerando un forzamiento simultáneo de la marea en las bocas con la amplitud de 0.5 m/s en la componente semidiurna M2 de la marea).

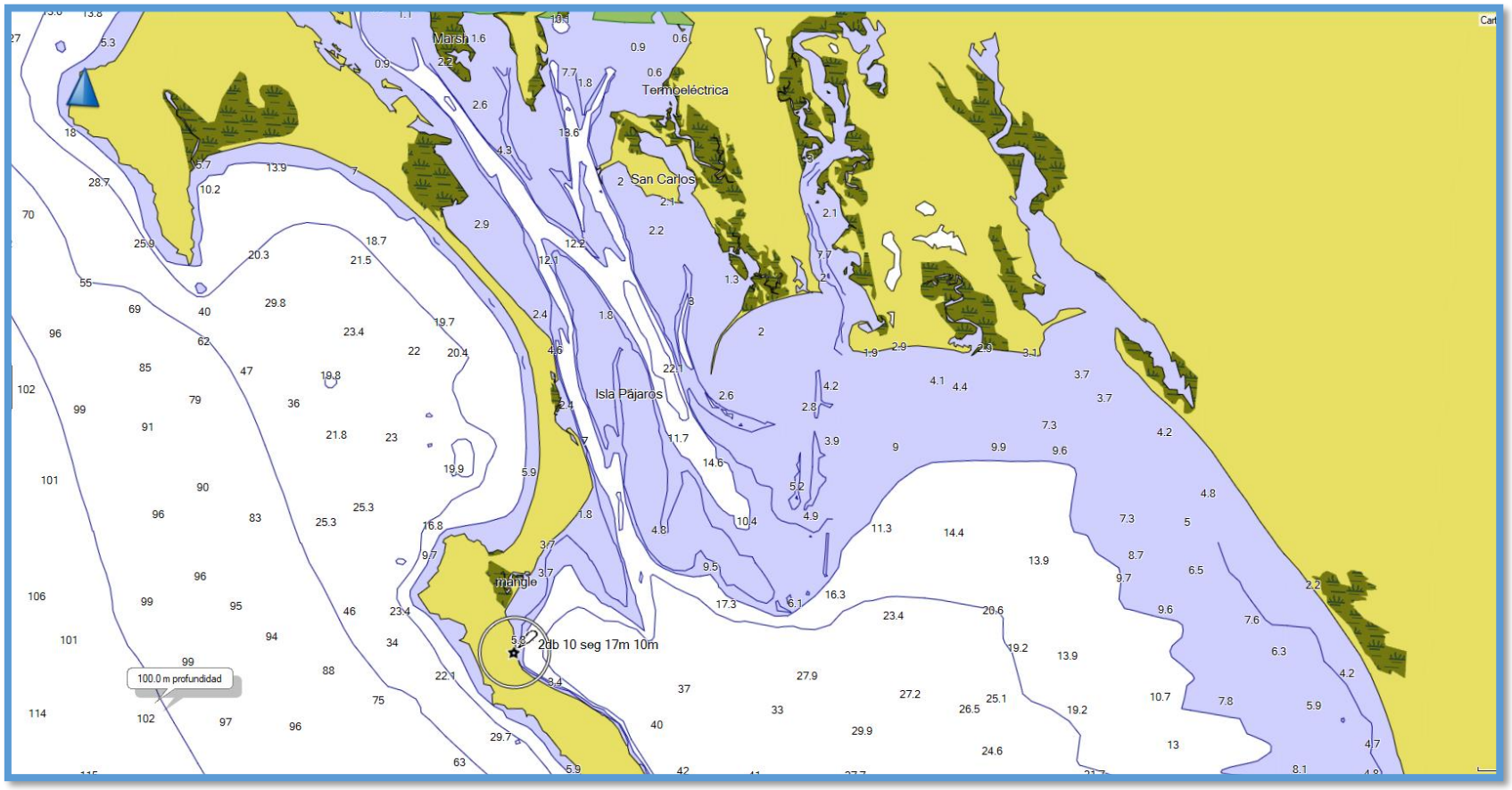


Figura 90. Batimetría de la zona de estudio

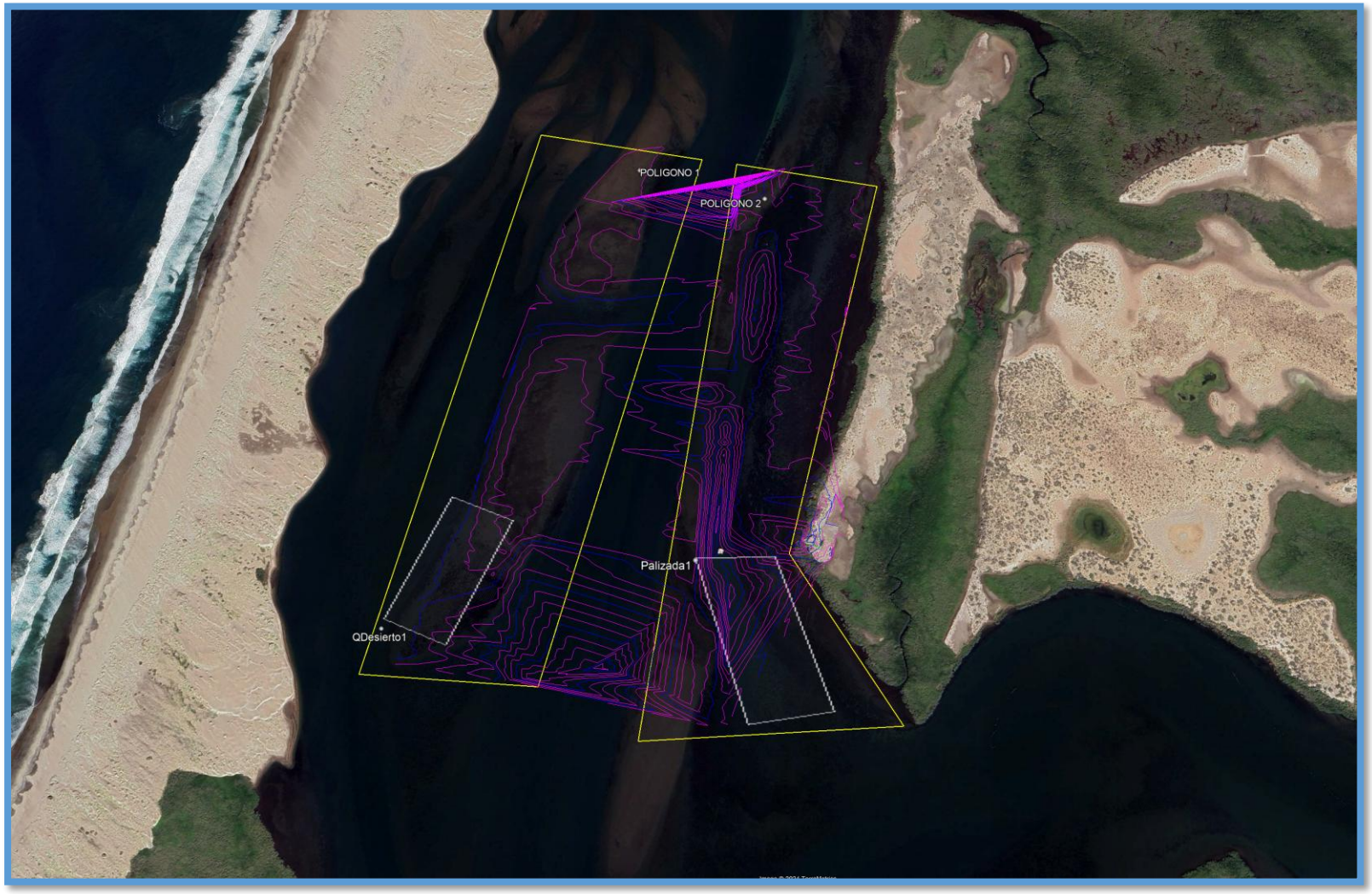


Figura 91a. Batimetría de la zona del proyecto basada en los levantamientos realizados en abril de 2024 (La Palizada)



Figura 92b. Batimetría de la zona del proyecto basada en los levantamientos realizados en abril de 2024

(Las Botellas)

Nutrientes

Los macronutrientes fundamentales para el crecimiento del fitoplancton (ortofosfatos, PO4; nitratos, NO3) generalmente en el océano presentan una estequiometria molar cercana a 16 NO3:1 PO4 (razón de Redfield), la cual puede ser verificada cuando se extrae el efecto de los procesos físicos y se relaciona solo con la derivación de procesos biológicos (Álvarez-Borrego et al. 1975a, Álvarez-Borrego et al. 1975b). En particular frente a Baja California la razón NO3:PO4 es generalmente menor a 16:1, tal como lo expresan Sigman et al. (2005). Ambos macronutrientes tienen mayores concentraciones por debajo de la termoclina-nutriclina, y muy a menudo no son detectables en la capa mezclada de las aguas oceánicas.

El proceso que produce el crecimiento del fitoplancton en el océano y su posterior proliferación en biomasa está fuertemente relacionado con la profundidad a la que se encuentra en la vertical el gradiente de mayor concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nutriclina). La posición vertical de la nutriclina se relaciona con la termoclina-picnoclina (Castro et al. 2002), y su ubicación dentro (fuera) de la zona eufotica (1% de la irradiancia superficial) determina la producción de mayor (menor) biomasa del fitoplancton en un tiempo y lugar específico (Mantyla et al. 2008).

Los procesos de gran escala temporal y espacial como El Niño (La Niña) sumergen (emergen) la nutriclina (Castro et al. 2002), lo que impacta desfavorablemente (favorablemente) el crecimiento del fitoplancton. En la región de la CC frente a Baja California se han registrado diferentes ciclos El Nino-La Nina (Torres-Moye y Álvarez-Borrego 1987, Lavaniegos et al. 2001, Lavaniegos et al. 2002, Hernández-de-la-Torre et al. 2003, Gaxiola-Castro et al. 2008), los cuales afectan la variabilidad física en la escala regional (Durazo y Baumgartner 2002, Durazo et al. 2005).

Aunque en diversos trabajos se ha mencionado la fertilidad de la zona en cuestión, hasta ahora no se ha publicado información sobre la variabilidad de los nutrientes inorgánicos en esta región de la CC, ni sobre su relación con algunos procesos locales y de gran escala temporal y espacial. En este trabajo se describen los cambios espacio-temporales de los nutrientes frente a la costa occidental de Baja California, que corresponde a la región IMECOCAL, entre 1997–2005 y su relación con eventos regionales y de gran escala espacial que afectan su variabilidad.

Caracterización de sustrato marino

El sustrato marino está conformada por material grueso, mal graduado con gravas y conchas de compacidad media (10<N<30) en la capa superficial. Subyaciendo al estrato superficial estrato presenta arena fina mal graduada con gravas y conchas de compacidad media (10<N<30) y se encuentra en una capa desde 1 m a 3.50 m de profundidad del sustrato. A partir de los 3.50 m de profundidad del sustrato se encuentra roca metamórfica de mala calidad.

Los sedimentos superficiales están compuestos de arenas gruesas con un D_{60} de 0.28 mm, un

coeficiente de uniformidad de 6.22 mm y un Coeficiente de curvatura de 2.57 mm. La porción norte está caracterizada por la presencia de roca metamórfica de mala calidad y solo hacia la porción central de ensenada se encuentra material más fino.

Sistema de Transporte Litoral

En la zona de acción oblicua de oleaje sobre la línea de costa se inducen cambios en el transporte litoral tanto en sentido transversal como longitudinal. Se sucede erosión en la parte interna del perfil de playa y depósito hacia la zona interna de la ensenada y el mar adyacente.

El transporte litoral obedece al fuerte patrón estacional del oleaje y durante eventos de oleaje extremo (principalmente en verano) el perfil de playa se erosiona perdiendo la zona de berma del perfil y erosionando en consecuencia la zona de terraplén para varado y desvarado de embarcaciones.

Calidad del Agua

Una estación fue georeferencida en el sitio del Proyecto. En cada una de ellas se tomaron dos muestras de agua en el día (Superficie y fondo) y dos en la noche (Superficie y fondo). Los parámetros evaluados fueron: transparencia del agua utilizando un disco de sechii, la temperatura, salinidad y oxígeno mediante un Salinómetro YSI-85 y el pH con un Potenciómetro ORION modelo 290 A. Las muestras fueron refrigeradas y transportadas al laboratorio en donde se analizaron los siguientes parámetros: sólidos en suspensión, carbonato de calcio (Ca) por espectrofotometría de absorción atómica; amonio, nitratos, nitritos y ortofosfatos utilizando reactivos y equipo HACH.

En la **Tabla 23**, los resultados se comparan con lo recomendado por la bibliografía consultada. En el caso de pH, amonio (NH_4), nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), fosfatos (PO_4), se indica el valor máximo que deberá tener la muestra del parámetro. En lo relacionado a carbonatos se indica el valor mínimo recomendado que debe tener un acuario para el óptimo desarrollo de los organismos. Con respecto al valor indicado de coniformes fecales, totales y enterococos, se indica el valor máximo permisible de ellos en la muestra.

Tabla 21. Resultados de las mediciones de calidad de agua en Bahía Magdalena, B.C.S.

GPS	Unidades DMS	Matutino		Nocturno		R
		27° 51' 36.69" N, 115° 01' 04.86" W				
T	°C	23.9	23.7	24.4	24.4	
S	UPS	34.1	34.1	34.1	34.1	
OD	mg/l	6.8	6.6	7.2	7.1	
pH		7.88	7.90	7.85	7.84	6-9
NH_4	mg/l	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05
NO_3	mg/l	0.02	0.01	0.02	0.01	3.0
NO_2	mg/l	0.003	0.001	0.003	0.009	0.1
PO_4	mg/l	0.15	0.25	0.23	0.27	3.0

GPS	Unidades DMS	Matutino		Nocturno		R
		27° 51' 36.69" N, 115° 01' 04.86" W				
$CaCO_3$	mg/l	973	959	1023	979	400
Sólidos en Suspensión	mg/l	9.0	4.0	6.0	10.0	25
Profundidad	M	0.70		0.40		-
Transparencia	%	100		100		-
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20		10		500
E. Coli	NMP/100 ml	<10		<10		500
Enterococos	NMP/100 ml	10		<10		200

R = Valores de referencia en bibliografía consultada.

Los valores de DBO encontrados durante los muestreos fueron de 8.82 mg/l y 0.96 mg/l y tomando como referencia los valores de clasificación de la CONAGUA, la cual nos indica que valores menores o igual de 3 mg/l son aguas de excelente calidad, podemos decir que los valores encontrados se encuentran dentro de esta categoría.

Todos los parámetros medidos se encuentran dentro del intervalo considerado como normal por la NOM-001-SEMARNAT-1996 y por criterios de calidad de agua para acuacultura (Wedemeyer, 2002).

IV.3. Aspectos bióticos

IV.3.1. Flora

Vegetación Terrestre

Debido a que la zona de proyecto se ubica dentro de la porción marina de Bahía Magdalena, la zona de proyecto no presenta vegetación terrestre. Sin embargo y con el propósito de dar un panorama general de la región se presenta una pequeña descripción de la vegetación terrestre de la zona.

La flora de la planicie Desierto Magdalena está representada por extensos cardonales en asociación con pitaya dulce, palo verde, acacia, pitaya agria garambullo, cactus candelabro, cholla y plantas de piel musgos epifititos (*Ramalina*) crecen ocasionalmente en la parte alta del palo verde.

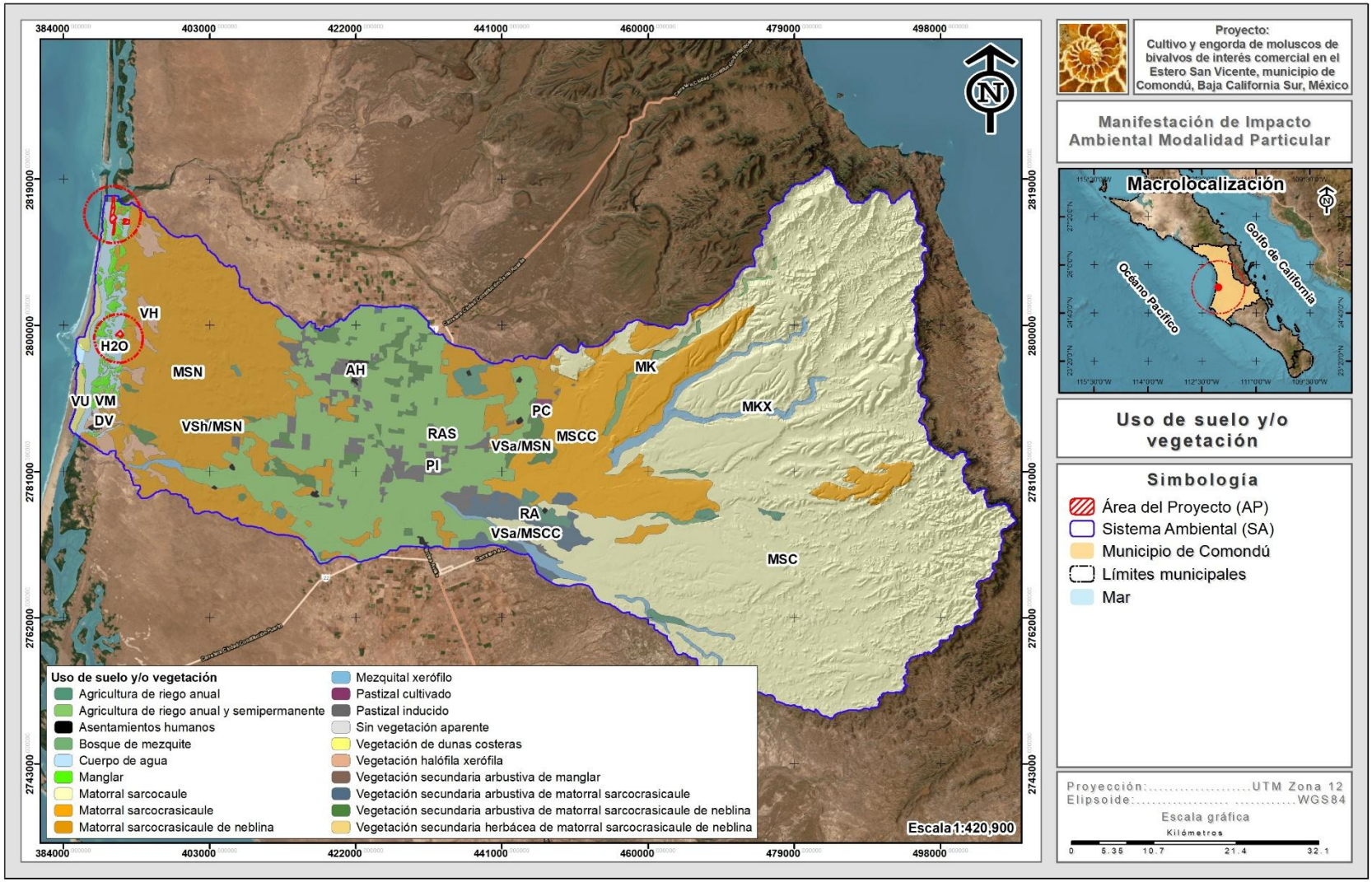


Figura 93. Uso del suelo y vegetación presente en el sistema ambiental.

Tabla 22. Uso del suelo y tipo e asociaciones presentes en el sistema ambiental.

No.	Clave	Uso de suelo y/o vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	MSC	Matorral sarcocaule	2,201,490,788.46	220,149.079	48.60
2	MSN	Matorral sarcocrasicaule de neblina	702,875,212.58	70,287.521	15.52
3	RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	671,408,883.38	67,140.888	14.82
4	MSCC	Matorral sarcocrasicaule	419,236,828.39	41,923.683	9.26
5	PI	Pastizal inducido	78,470,938.30	7,847.094	1.73
6	MKX	Mezquital xerófilo	76,133,240.90	7,613.324	1.68
7	VSa/MSN	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocrasicaule de neblina	74,786,658.14	7,478.666	1.65
8	H2O	Cuerpo de agua	67,377,720.35	6,737.772	1.49
9	VSa/MSCC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocrasicaule	51,670,791.47	5,167.079	1.14
10	VH	Vegetación halófila xerófila	48,601,763.17	4,860.176	1.07
11	RA	Agricultura de riego anual	40,172,478.22	4,017.248	0.89
12	VM	Manglar	36,437,776.12	3,643.778	0.80
13	MK	Bosque de mezquite	21,553,759.48	2,155.376	0.48
14	VU	Vegetación de dunas costeras	19,019,629.79	1,901.963	0.42
15	AH	Asentamientos humanos	10,908,662.33	1,090.866	0.24
16	PC	Pastizal cultivado	5,892,069.86	589.207	0.13
17	DV	Sin vegetación aparente	3,172,284.62	317.228	0.07
18	VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	280,630.96	28.063	0.01
19	VSh/MSN	Vegetación secundaria herbácea de matorral sarcocrasicaule de neblina	276,258.31	27.626	0.01
19	**Totales**		**4,529,766,374.84**	**452,976.637**	**100.00**

Tabla 23. Especies dominantes

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Cactaceae	*Pachycereus pringlei*	Cardón pelón	MA
	Pachycereus pecten- aboriginum	Cardón barbón	MA
	Lemaireocereus (Stenocereus) thurberi	Pitaya dulce	MA
	Machaerocereus (Stenocereus) gummosus	Pitaya agria	MA
	Lophocereus schottii	Garambullo, Senita	
	Cercidium (Parkinsonia) microphyllum.	Palo verde, Dipúa, Dipuga	A
	Myrtillocactus cochal	Candelabro cactus, cochal	A
	Opuntia acanthocarpa	Cholla	A

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Mimosideae	*Acacia sp.*		MA
Avicenniaceae	*Avicenia germinans*	Mangle negro	PA
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	MA
Combretaceae	*Conocarpus erecta*	Mangle prieto, Botoncillo	
	Laguncularia racemosa	Mangle blanco	MA
Ma = muy abundante; a= abundante, pa = poco abundante			

Tabla 24. Especies de interés.

Especie	Nombre común	Criterios de interés
Pachycereus pringlei	Cardón pelón	Ecosistema y paisaje
Pachycereus pecten-aboriginum	Cardón barbón	Ecosistema y paisaje
Lemaireocereus (Stenocereus) thurberi	Pitaya dulce	Ecosistema y paisaje
Machaerocereus (Stenocereus) gummosus	Pitaya agria	Ecosistema y paisaje
Lophocereus schottii	Garambullo, Senita	Ecosistema y paisaje
Cercidium (Parkinsonia) microphyllum.	Palo verde, Dipúa, Dipuga	Ecosistema y paisaje
Myrtillocactus cochal	Candelabro cactus, cochal	Ecosistema y paisaje
Opuntia acanthocarpa	Cholla	Ecosistema y paisaje
Acacia sp.		Ecosistema y paisaje
Avicenia germinans	Mangle negro	Ecosistema y paisaje
Rhizophora mangle	Mangle rojo	(Pr) endémica
Conocarpus erecta	Mangle prieto, Botoncillo	(Pr) no endémica
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	(Pr) no endémica

Vegetación acuática

El bosque de manglar de Bahía Magdalena se ubica entre dos ecosistemas con características totalmente diferentes, por lo que constituyen en si una zona de transición, en donde se presenta una gran complejidad funcional y estructural.

De esta forma la productividad inducida por los manglares en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena es determinante para la producción biológica del sistema acuático, siendo las poblaciones de algunos recursos como el camarón, componentes relevantes para transferencia de energía.

La cobertura total de los bosques de manglar en la Bahía Magdalena se estima en 178.64 Km2 (±14.15). La altura promedio de los árboles es de. 3.15 m con un diámetro de 4.09 cm., presentan una densidad de 2,569 árboles por hectárea con área basal de 3.21 m2ha -1. La producción foliar se considera en 1094.14 g m-2 año -1 con un pico en verano. La materia foliar producida por los mangles es exportada al sistema acuático adyacente la cual se estima en el 88%.

La mayor parte del manglar de la región se distribuye en Bahía Magdalena, con aproximadamente el 75% del total estimado. En Bahía Almejas, los manglares principales se

concentran sobre la costa occidental de la bahía, principalmente en el extremo norte adyacente a Punta Cancún. También existen manglares en el centro de la bahía, particularmente al norte y noroeste de Puerto Chale, en la desembocadura del arroyo La Pasión. En esta última zona es donde se encuentra el principal desarrollo de cultivo de camarón de la región, aún incipiente (aproximadamente 200 ha de estanquería construida).

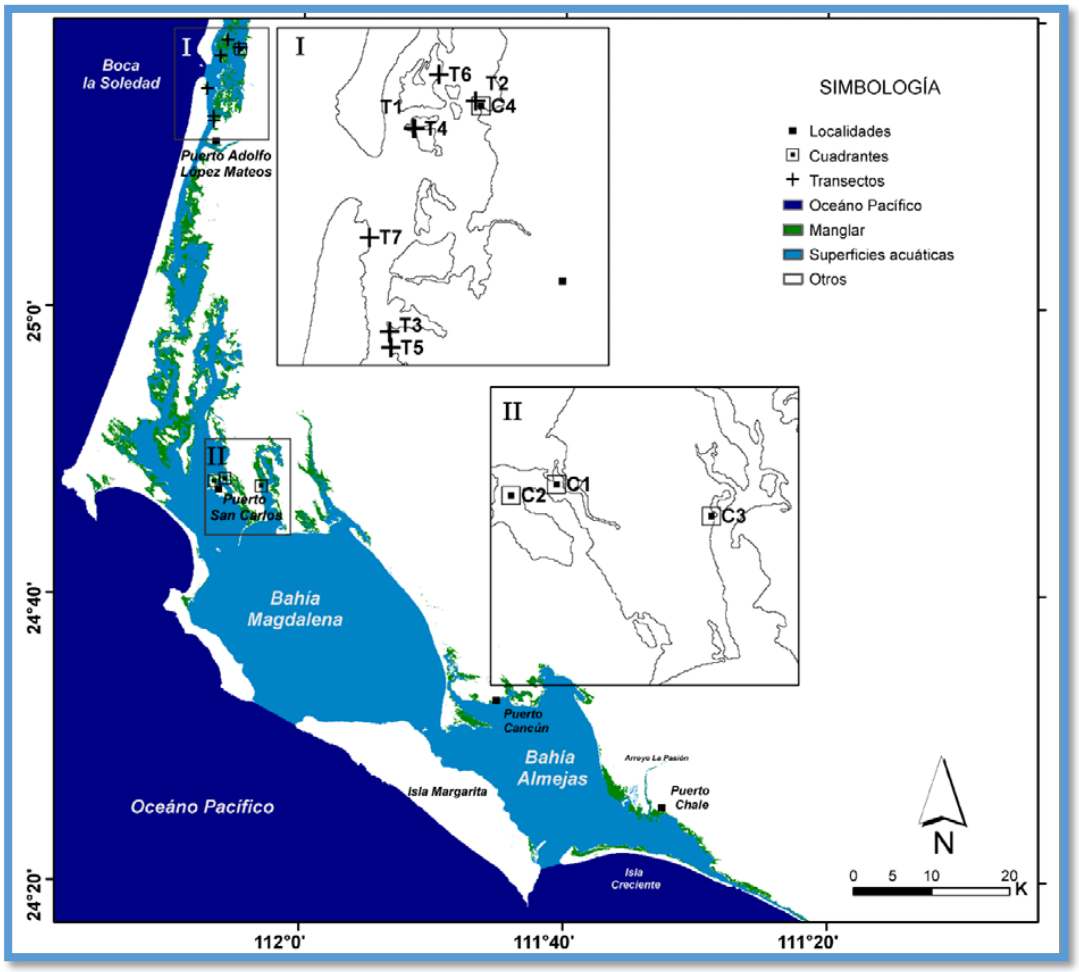


Figura 94. Ubicación de los bosques en el complejo lagunar Bahía Magdalena–Bahía Almejas, BCS y distribución del manglar (polígonos en verde)

En la Isla Margarita, existen manglares solamente en la parte sur interior de la bahía. En Isla Creciente, la cobertura de manglar es comparativamente mayor, con una zona de manglar de aproximadamente 10 km de extensión y un ancho máximo de ~0.5 km, ubicado paralelamente a la línea de costa, con una barrera arenosa en la parte central (**Fig. 97**).

La mayor cobertura de manglar en Bahía Magdalena se localiza en la parte norte de este sistema, distribuido en numerosas áreas de manglares separados y alineados en dirección sur a norte, tanto en la parte continental como en la costa interior de Isla Magdalena, conectándose con el canal que llega hasta Puerto Adolfo López Mateos y la Boca de La Soledad.

El ecosistema de la zona de canales es un sistema inmaduro y relativamente estable, el cual está basado en el detritus y presenta un sólido acoplamiento bentopelágico. La contribución directa de manglar a la biomasa de las especies que utilizan este hábitat es mínima. Sin embargo, la importancia de estos bosques radica en que regulen la estructura y función del ecosistema costero donde se encuentran localizados.

Para este sistema Lagunar se han determinado 270 taxa, siendo las diatomeas el grupo más importante. Los taxa *P. alata, C. asteromphalus, P. calcar avis, R. robusta* y *S. palmeriana, son* característicos de la temporada cálida, mientras que *Rh. imbricata, Guinardia flaccida, C. pelagica, A. glacialis* son en la temporada fría.

La diversidad y la dominancia están relacionadas con el patrón de circulación del agua. El evento "El Niño" 1982/83 provocó una caída notable de la abundancia fitoplanctónica durante 1983-1984. Los indicios de recuperación del fitoplancton se observaron a partir de 1985, habiéndose completado en 1986. Este evento provocó cambios en la estructura del microfitoplancton. Durante 1980-1982, *G. flaccida, Rh. imbircata* y *P. alata* fueron más frecuentes, mientras que en 1983-1984, los florecimientos de *P. alata* se intensificaron en los meses cálidos, lo cual sugiere que las aguas cálidas y pobres en nutrientes favorecieron su crecimiento.

Los dinoflagelados del sistema lagunar Magdalena-Almejas y la parte norte del sistema en el estero Santo Domingo. En este sistema se han encontrado un total de 168 especies y taxa infraespecíficos de dinoflagelados comprendidos en 6 órdenes, 23 familias y 41 géneros. Del total de especies identificadas, 27 son dinoflagelados desnudos y 141 son tecados. Los géneros mejor representados fueron *Ceratium, Protoperidinium* y *Dinophysis* con 46, 25 y 15 especies, respectivamente.

Se encontraron un total de 63 nuevos registros de especies de dinoflagelados para este sistema lagunar, de los cuales, seis son registradas por primera ocasión para el Pacífico Mexicano: *Amphidoma caudata*, *Amphidoma* sp*., Dinophysis odiosa, Metaphalacroma skogsbergii, Nematodinium armatum* y *Protoperidinium turbinatum.* Se reportan especies potencialmente productoras de toxinas diarreicas, hemolíticas y paralizantes tales como *Gambierdiscus toxicus*, *Prorocentrum rhathymum*, *Prorocentrum lima, Alexandrium tamiyavanichii* y *Gymnodinium catenatum*. Así mismo, se han registrado florecimientos de *Noctiluca scintillans*, *Prorocentrum triestinum* y *Prorocentrum micans*. Se informa sobre la distribución de las especies de dinoflagelados en el Pacífico Mexicano, indicando si son especies formadoras de florecimientos y/o especies potencialmente tóxicas. No se encontraron toxinas paralizantes en la almeja pata de mula (*Anadara tuberculosa*).

Con relación a las macroalgas, se han identificado 111 especies diferentes: 70, de la división Rhodophyta (63.1%), 23, de la Phaeophyta (20.7%) y 18, de la Chlorophyta (16.1%). El grupo

que presenta la mayor variabilidad fue la división Rhodophyta de cuyas especies (70) la mayor parte pueden ubicarse en la categoría de epífitas; de las 23 especies de la división Phaeophyta se encuentran las de mayor biomasa; la división Chlorophyta presentó menor diversidad con 10 especies.

Este grupo presenta una variación estacional: invierno con 62 especies, verano con 57, primavera con 54 y otoño con 44. La mayor parte de las especies se localizan en las costas rocosas y pedregosas, de las islas que limitan la bahía y están ausentes en toda la zona arenosa. Las tres especies más abundantes en cuanto a su biomasa (peso seco/peso húmedo) son: *Eisenia arborea, Sargassum sinicola* y *Padina durvillae*

Fitoplancton

El fitoplancton es el principal productor primario en el océano (Lara-Lara *et al.,* 2008) y sus florecimientos suelen ser benéficos para el ecosistema; sin embargo, algunos taxones pueden producir proliferaciones que dañan a otros organismos o los contaminan con toxinas (Reguera, 2002). En el Golfo de Ulloa se han documentado mortandades de organismos silvestres y cultivados asociados con estos eventos, denominados proliferaciones algales nocivas (PAN), tales como la que ocurrió desde Punta Abreojos hasta la Bocana que afectó a las poblaciones de langosta, abulón y peces, así como de ostras cultivadas (Gómez-Tagle, 2007; Gárate-Lizárraga *et al.* 2008), mientras que en Bahía Magdalena un evento de este tipo provocó la muerte de diversas especies de peces, aves y de tortugas golfinas (Mendoza-Salgado *et al*., 2003). Bahía Magdalena es uno de los cuerpos de agua más productivos del país por lo que el objetivo de este trabajo es identificar y cuantificar a las especies de fitoplancton presentes en Bahía Magdalena así como reconocer a las especies con potencial nocivo o tóxico.

Cada mes, durante el periodo enero-septiembre, se recolectaron muestras de agua en nueve estaciones ubicadas en la zona litoral de la laguna; las que se utilizaron para cuantificar las células se tomaron con una botella Niskin. En seis localidades se recogieron en la superficie y el fondo, en tanto que en las estaciones 5, 6, 7 y 8, también a media agua. Adicionalmente se obtuvieron muestras con una red de 30 µm de malla mediante arrastres horizontales con duración de 5 minutos, simultáneos a los de zooplancton para ampliar la descripción del elenco sistemático. Las muestras se fijaron inmediatamente con Acetato de Lugol, posteriormente se cuantificaron con el método de Utermöhl en cámaras de sedimentación de 10, 25 y 50 ml, según los criterios de Hasle (1978), Andersen y Throndsen (2004) y Reguera *et al.* (2011). Aunque hay diversos grados de avance en el análisis de varias campañas, se inició con el muestreo de abril para identificar las estaciones que deben trabajarse de manera prioritaria. Por otro lado, se utilizó el análisis Tukey-Olmstead para determinar las especies dominantes, constantes, ocasionales y raras, según su frecuencia y abundancia relativa.

En el muestreo de abril se registraron 262 taxones, pertenecientes a cinco grupos. Se

identificaron 87 especies, en tanto que 47 permanecieron como género, 23 como especies con afinidad (*aff*), 107 con forma (*cf*) y una como familia. Los grupos con más representantes fueron las Bacillariophyceae y Dinophyceae; aunque durante este muestreo las diatomeas fueron más numerosas que los dinoflagelados en casi todas las estaciones, excepto en las muestras tomadas en el fondo de las estaciones 2 (Punta Gato), 3 (La Herradura) y 4 (La Palmita), en donde la cantidad de especies de ambos grupos fue similar (**Fig. 97**).

Tabla 25. Composición por grupos del fitoplancton recolectado en 13 estaciones el 23 de abril. Se incluye la cantidad de taxones con potencial nocivo.

Grupos	Especies (n)	Potencial nocivo (n)
Bacillariophyceae	132	9
Dinophyceae	123	12
Dictyochophyceae	4	1
Cryptophyceae	2	
Cyanophyceae	1	
Total	262	22

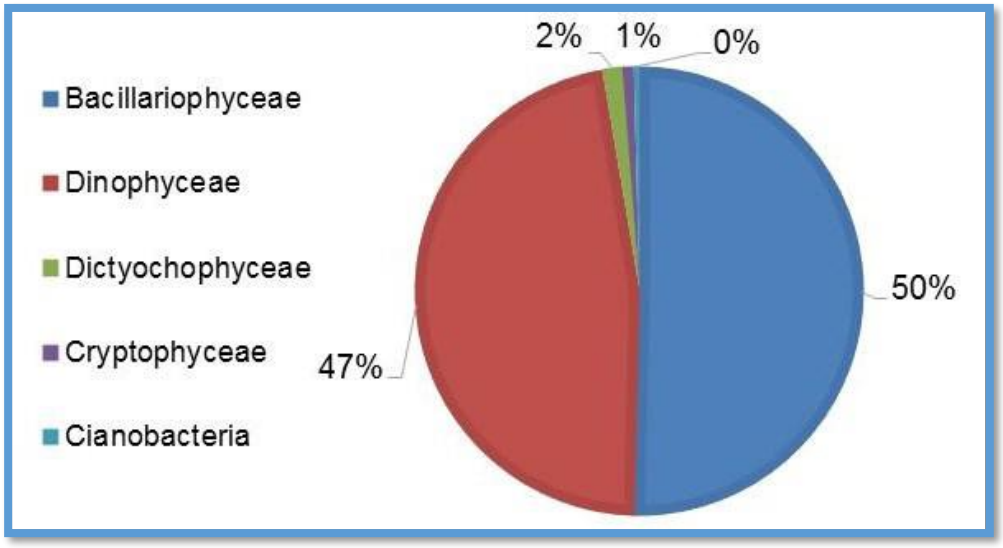


Figura 95. Composición por grupo de fitoplancton

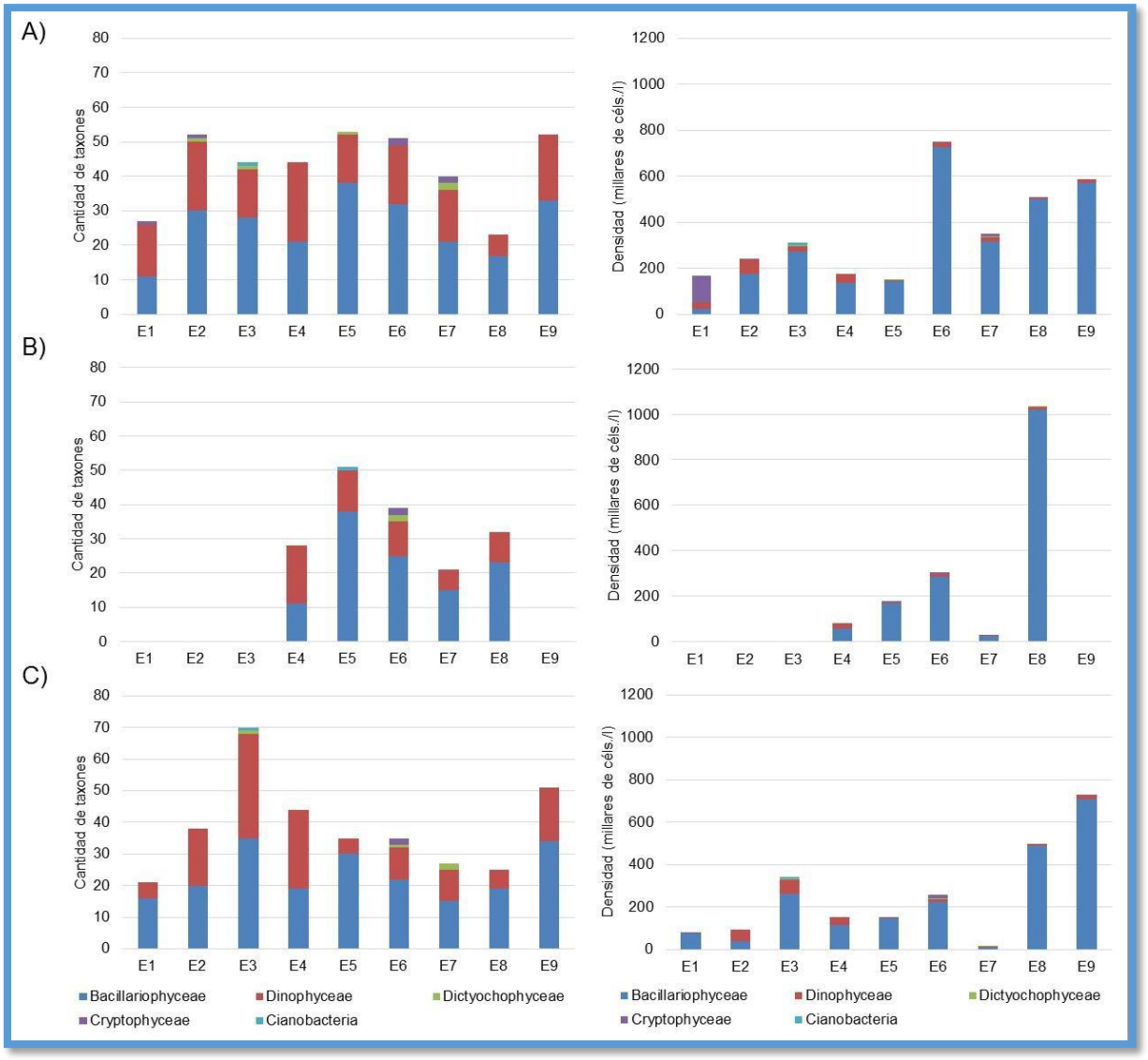


Figura 96. Taxones identificados y densidad registrada en superficie (A), media agua (B) y fondo (C).

La cantidad promedio (+desviación estándar) de taxones fue mayor en superficie (42.8+11.14 taxones) que en fondo (38.4+15.10 taxones), excepto en la estación 3, donde se registró la mayor abundancia (70) de todo el cuerpo de agua. La mayor riqueza específica en las muestras de superficie se observó en cuatro localidades: la E2, E5 (Canal La Gaviota), E6 (Baja Seas) y E9 (Los Sarabia). En comparación, el menor número de taxones se registró en la E1, ubicada junto al muelle de San Carlos y la E8, localizada frente al Pueblo de Magdalena. En las muestras de fondo, la mayor riqueza específica se observó en la E3, seguida por la E9, mientras que la más baja en las estaciones E7 (Boca de comunicación con el mar), E8 y E1.

La densidad celular fue más elevada en superficie en la mayoría de los puntos muestreados, excepto en la E8, donde se registró más de un millón de celular a media agua, de las cuales 58% correspondió a ejemplares de *Eucampia zodiacus* var *cylindricornis*, así como en las

estaciones 3 (342, 589 cels l-1) y 9 (729,131.00 cels l-1), donde fue mayor en el fondo. Por otro lado, en las estaciones ubicadas en el lado oriental de la bahía (E1 a E5), la densidad promedio (+desviación estándar) fue menor (superficie 208,539.4+66,109.94 cels l-1; fondo 163,737.00+104,946.82 cels l-1), que en las ubicadas en el margen de las islas Magdalena y Margarita (superficie 549,552.75+166,190.30 cels l-1; fondo 373,521.53+308,406.04 cels l-1).

Las especies dominantes, según el análisis de Tukey-Olmstead, fueron 60 diatomeas y 35 dinoflagelados, entre las primeras destacan Eucampia zodiacus var. cylindricornis, Eucampia cornuta y Chaetoceros curvisetus mientras que entre los segundos Scrippsiella trochoidea, Prorocentrum minimum, Katodinium aff. glaucum, Gyrodinium spirale, Heterocapsa cf. orientalis y una especie no identificada con forma de Azadinium spinosum. Entre las especies constantes, tres fueron diatomeas y cinco, dinoflagelados, mientras que 18 diatomeas y 13 dinoflagelados fueron ocasionales y 51 diatomeas y 70 dinoflagelados fueron raras.

La productividad de los cuerpos de agua depende de los procesos de fertilización, que en Bahía Magdalena están relacionados con la presencia de surgencias durante el final del invierno y la primavera cuando el agua subsuperficial de la región marina adyacente se introduce por la boca que comunica al sistema lagunar con el mar. Por otro lado, durante el verano, además de que los procesos internos propician la re-suspensión de nutrientes (Cervantes-Duarte *et al*., 2012; 2013), la vegetación marginal aporta materia orgánica a la red trófica.

En este sistema lagunar es probable que el principal productor sea el fitoplancton, por lo que el objetivo del trabajo fue identificar los periodos del año en que es más abundante la biomasa fitoplanctónica, utilizando como indicador la clorofila-a (*chla*) y la fluorescencia de este pigmento (*flh*).

La relación entre la *flh* y la *chla* se analizó mediante un análisis de regresión lineal asumiendo como variable independiente a la fluorescencia debido a que el satélite puede medir como clorofila, sedimentos o material orgánico. Los datos fueron estandarizados antes de aplicar el método estadístico.

Distribución de la clorofila, la fluorescencia y la temperatura superficial nocturna en las imágenes del estado base

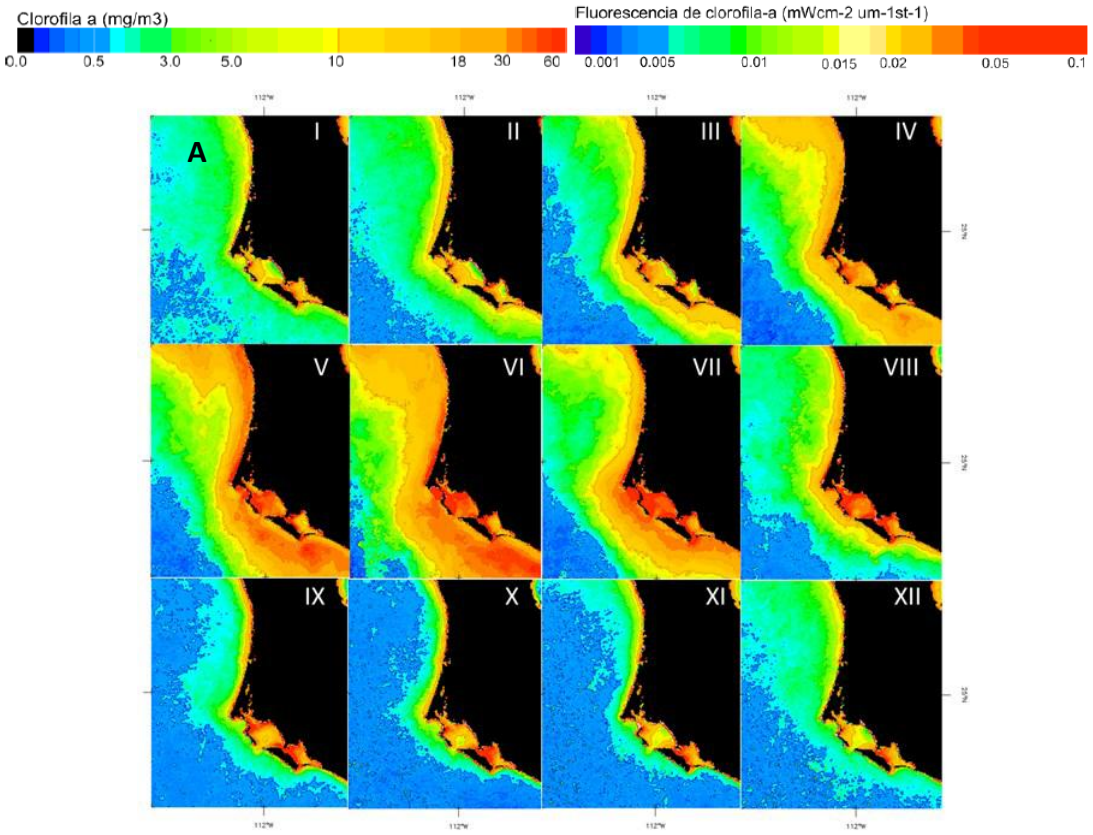
El contenido de chla varía desde alrededor de 0.5 mg m-3 hasta más de 30 mg m-3. En enero la chla es más abundante en la zona de los canales pero entre ese mes y abril se incrementa de oeste a este, por lo que en abril es elevada en toda la parte norte y nororiental (observar la isolínea de 10 mg m-3 en la *figura 1a*), mientras que en la sur y suroriental, el incremento es menos acusado. Entre mayo y julio, cuando se registran las concentraciones más grandes, éstas superan 10 mg m-3 hacia el norte de Pueblo Magdalena, en particular desde San Carlos hasta el canal de comunicación con Bahía Almejas. En agosto, septiembre y octubre, la franja donde se registran concentraciones >10 mg m-3 está más cerca de la costa norte del cuerpo de agua

que en los meses previos. En noviembre y diciembre las zonas ricas en chla están en las inmediaciones de San Carlos y la zona de los canales, en tanto que las costas norte y oriental son más pobres.

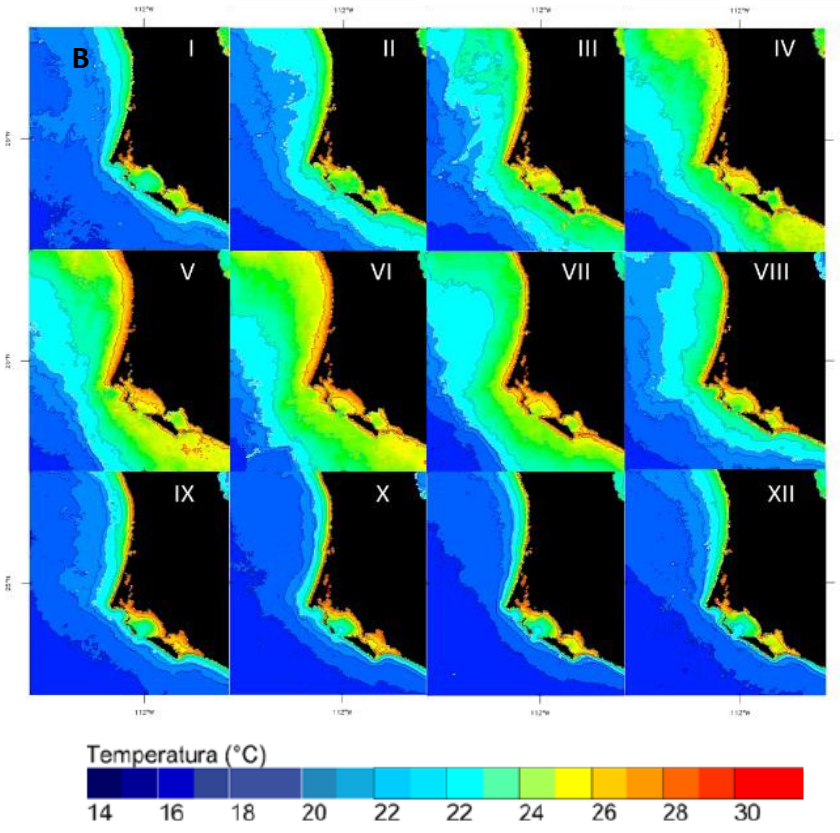
La intensidad de la *flh* se incrementa paulatinamente de enero a abril, posteriormente entre mayo y agosto se registran los valores más grandes, mientras que a partir de septiembre disminuye hasta que en diciembre se detectan los registros más bajos cerca de la boca de comunicación con el mar. La *flh* es elevada (>0.02 mW cm-2µm-1 sr-1) en las partes sur y suroriental, en especial en el litoral de Isla Magdalena. Por otro lado, a diferencia de lo que se observa en la distribución de *chla*, la *flh* es menor frente a San Carlos y la desembocadura del canal de Santo Domingo que en el resto de la zona norte.

En relación con la temperatura superficial marina, cabe señalar que los meses más templados abarcan desde enero hasta junio, aunque los más fríos son abril y mayo; en comparación, las temperaturas más altas se registran entre agosto y octubre, pero particularmente en septiembre. En enero la distribución de la temperatura es más homogénea que en otros meses; en febrero y marzo se forma un área más templada en la costa suroccidental, así como en la región externa de las islas Magdalena y Margarita. En abril y mayo esas diferencias son más acusadas y comienzan a desaparecer en junio y julio cuando la temperatura se eleva en todo el cuerpo de agua, particularmente en la zona de los canales y en los márgenes nororiental y oriental.

Se observaron 22 taxones con potencial nocivo, la mayoría de los cuales fueron dinoflagelados y diatomeas. Estas especies se identificaron en las muestras recolectadas en la superficie de las estaciones 4, 7 y 9, principalmente, así como en el fondo de las estaciones 3, 4 y 6. De las nueve diatomeas con potencial nocivo, la mayoría fueron dominantes y solo dos ocasionales. Por otro lado, seis de los dinoflagelados fueron dominantes, seis raros y uno, constante.



Temperatura



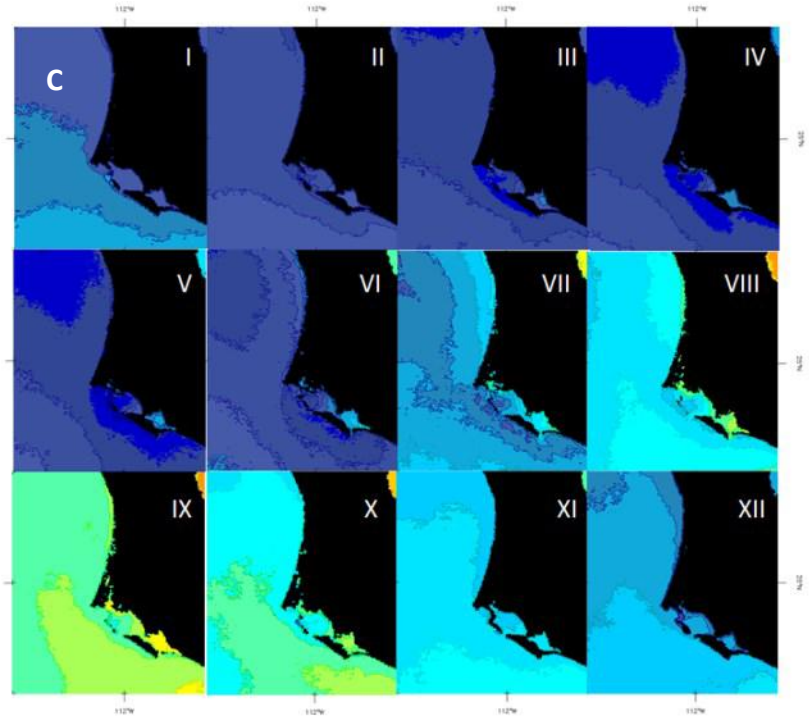


Figura 97. Estado base de la clorofila a (a), la fluorescencia (b) y la temperatura superficial marina (c). Periodo: 2003-2013.

Tabla 26. Especies con potencial nocivo. La columna encabezada T-O indica su estatus según el análisis de Tukey-Olmstead.

Diatomeas	T-O	Dinoflagelados	T-O
Chaetoceros curvisetus	dominante	*Amphidinium* cf. *carterae*	rara
Cylindrotheca closterium	dominante	*Dinophysis caudata*	constante
Eucampia cornuta	dominante	*Gymnodinium* aff. *catenatum*	dominante
Eucampia zodiacus/cylindricornis	dominante	*Gyrodinium cf. instriatum*	rara
Leptocylindrus danicus	dominante	*Karenia* aff. *mikimotoi*	dominante
Pseudo-nitzschia cf. *multistriata*	ocasional	*Karenia cf. selliformis*	rara
Pseudo-nitzschia cf. *pungens*	dominante	*Karenia* spp.	dominante
Pseudo-nitzschia cf. *delicatissima*	dominante	*Lingulodinium* cf. *polyedrum*	rara
Pseudo-nitzschia cf. *pseudodelicatissima*	ocasional	*Prorocentrum* aff. *rhathymum*	rara
Prorocentrum cf. *emarginatum*	rara		
Prorocentrum cf. *mexicanum*	dominante		
Scrippsiella trochoidea	dominante		
Dictyocha fibula	dominante		

IV.3.2. Fauna

Fauna Terrestre

Al igual que para el caso de la vegetación terrestre, la se presenta una breve descripción de la fauna, solo como marco de referencia, ya que el proyecto se desarrollará totalmente en el medio marino. De esta forma se tiene que el Estado de Baja California Sur está considerado

como uno de los estados más ricos en cuanto a endemismos estatales. Es el 27º estado con mayor número de vertebrados mesoamericanos que habitan en este estado, y el 4º lugar en cuanto a endémicos estatales.

La fauna predominante, en llanuras desérticas: la chacuaca o codorniz, conejo, liebre y coyote. En regiones con mayor vegetación: mapache, zorra y gato montés. En la parte alta de la Sierra de La Giganta, venado, borrego cimarrón y puma, los cuales, antiguamente abundaban en la región, pero debido a la cacería furtiva e intensa, se ha depredado a estas especies. Actualmente están bajo preservación y protección.

En la zona de proyecto y áreas aledañas se pudo identificar a las siguientes especies:

Fauna Acuática

El proyecto a desarrollarse comprende únicamente la zona marina, por eso es importante efectuar una caracterización de la biota acuática con énfasis en los recursos marinos.

Las características físicas y fisiográficas del litoral del Pacifico permiten una división artificial que denota patrones particulares en cuanto a condiciones climáticas y productividad que dan como resultado una composición y abundancia de especies característica de cada zona del litoral.

Rodríguez de la C. 1988 hizo una clasificación de regionalización marina que es la determinada en cuatro regiones que se enuncian a continuación: la Región I Costa Occidental de Baja California, Región II Golfo de California y Región III Pacifico Centro-Sur y Región IV Golfo de México. La zona de estudio se localiza en la Región I encontrando un sin fin de organismos acuáticos.

Entre las especies que se distribuyen a lo largo del litoral se tiene una gran diversidad tanto de vertebrados como invertebrados marinos. Encontrando desde plancton hasta los grandes mamíferos. Otros organismos presentes se cuentan son reptiles y anfibios, pero para estos grupos existe poca información. La fauna presente varía con la profundidad debido a las condiciones particulares que pueden tener en cada uno de los niveles.

Como individuos representativos de la Ictiofauna se tiene el pez ángel de cortés (*Pomacantus zonipectus*), pez ángel real (*Holocanthus passe*r), muñecas (*Chaetodon humeralis, Heniochus nigrirostris*) y señorita Piedrera *Halichoeres semicinctus,* tres especies de cabrillas (*Myteroperca rosacea, M. jordani y Epinephelus labriformis*).

Se encuentran también; la morena verde (*Gymnothorax castaneus*) y morena pinta (*Muraena lentiginosa*), el cochito (*Balistes polilepis*), rayadillo *Microlepidos inornatus),* mojarra almejera *(Haemulon sexfasciatus),* el perico (*Scarus perico*) y el cochinito (*Prionurus puntatus*), Pez de roca (*Hysoblennius brevipinnis*), chopa (*Kyhosus elegans*), gobios de cabeza roja (*Elacatinus puncticulatus*), castañuela gigante (*Microspathodon dorsalis*), chopa (*Abudefduf troschelii*),

pez de pluma (*Calamos brachysomus*), agujón (*Sphyraena ensis*), castañeta (*Chromis atrilobata*), cadernal (A*pogon retrosella*), candil (*Adioryx suborbitalis*), mero chino (*Cirrithus rivulatus*), (*Orgilbia sp*.), gobio barbero (*Elacantinus digue*ti), pargo amarillo (*Lutjanus arginteventris*), pez erizo (*Diodon Holocanthus*), gobio bonito (*Lythypnus dalli*), (*Dodianus diplotaenia*), tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), pargo coconaco (*Hoplopargrus dalli*), (*Dodianus diplotaenia*), pargo lisa (*Hoplopagrus guentheri*), burrito (*Anisotremus interruptus*), jabonero de Cortés (*Rypticus bicolor*) y raya (*Urolophus concentricus*).

Como parte de la comunidad pelágica se presentan: sardinas del Pacifico (*Sardinops sagax, Cetengraulis mysticetus*), sardinas (*Opisthonema spp*. anchoveta (*Engraulis mordax*), sábalo abuela (*Chanos chanos*), merluza (*Merluccius angustimanus*), jurel de castilla (*Seriola dorsalis*), dorado (*Coryphaena hippurus*), agujón (*Sphyraena argentea*) y macarela (*Scomber japonicus).*

En tanto para las poblaciones de tortugas marinas reportadas se tiene. Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), jabalina (*Caretta caretta gigas*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), caguana prieta (*Chelonia mydas*).

Para el grupo de mamíferos marinos se encuentran por temporadas a la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeanglie*), tursión (*Tursiops spp*.), lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y foca común o foca de puerto (*Phoca vitulina*).

Algunas de estas especies están siendo vulnerables por el mal manejo del hombre y por lo tanto se han hecho consideraciones para su mejor aprovechamiento.

Algunos de los organismos presentes en las costas del Estado de Baja California Sur de acuerdo con la Carta Nacional de Pesca se tienen al abulón, algas, almejas, atún, calamar gigante, camarón del pacifico, caracol panocha, jaibas, langosta, mejillón, baquetas, cabrillas y verdillo, corvinas y berrugatas, jureles y pedregales, lenguados, lisa, sierras. Como pelágicos menores al pez espada, sargazo, tiburones costeros, tiburones oceánicos. Y comprende un número alto de organismos que se han adaptado a las condiciones climáticas particulares de esta zona.

Con relación al microzooplancton se reporta una abundancia a 5 m de profundidad mayor que en la superficie a lo largo de casi todo el año. La estructura de la comunidad del mesozooplancton está constituida por 92 taxa en distintos niveles ontogénicos y sistemáticos, en tanto que en la comunidad del microzooplancton pudieron identificarse a 51 taxa. La mayoría de los taxa del meso y microzooplancton fueron copépodos. Los taxa más abundantes fueron *Paracalanus parvus, Acartia clausi, Paracalanus aculeatus, Clausocalanus furcatus Evadne*, sp.; las familias Calanidae, Oikopleuridae y los órdenes Brachyura y Poychaeta.

Asimismo, se sabe que el complejo lagunar de bahía Magdalena, B. C. S., es considerado como uno de los sistemas lagunares más importantes del país, debido a su gran producción pesquera, compuesta principalmente por las especies S*ardinops sagax, Opisthonema libertate,*

Etrumeus teres y *Scomber japoncuis*, y como una zona de particular interés ecológico, debido a que es el límite de distribución de varios grupos taxonómicos, por lo que la comunidad ictioplanctónica presenta características muy particulares que no se presentan en otras regiones.

Se han reportada la presencia de 23 especies en 12 familias, la cual representa una comunidad templada, sin presentar cambios en la composición específica. Se encontró que *Sardinops sagax, Hypsoblennius* sp*, Citharichthys* sp*., Quietula ycauda, Hypsopsetta guttulata, Paralichthyinae* sp*, Engraulis mordax, Pleuronichthys ritteri, Merluccius productus* e *Hyppoglossina stomata* son las más abundantes, y que la variación diurna de la abundancia de estas especies está principalmente relacionada con los ciclos de marea, que con la variación de la temperatura superficial y la biomasa planctónica.

Con relación a los moluscos, se tiene que las especies más importantes que se localizaron son los bivalvos: *Chione californiensis* con una densidad máxima de 55 organismos/m, *Ch. gnidia* (.5/m), *Megapitaria squalida* (.5/m), y el gasterópodo *Muricanthus nigritus* (3.7/m).

Existen en la zona dos especies de ostión de mangle, *Crassostrea palmula* y *C. columbiensis*, y la "pata de mula", *Anadara* sp*.* Las especies menos importantes por su abundancia en la zona de entremareas son: *Argopecten circularis, Cyclinella singleyi, C. ulloana, Anadara nux, Laevicardium elenanse, Trachycardium procera, Anomia peruviana, Mytella guaymensis* y *Pinna rugosa*

Zooplancton

El zooplancton ocupa una posición clave de la cadena trófica en la transferencia de la energía producida por las algas unicelulares hacia niveles tróficos superiores, por lo que su abundancia es uno de los componentes biológicos de mayor importancia en la organización y funcionamiento de los ecosistemas marinos. La función ecológica de los organismos del zooplancton es determinada por su posición e importancia en la cadena alimenticia. Por ejemplo, los filtradores como copépodos, eufáusidos y tunicados se alimentan de microalgas de diferentes tallas, detritus, nano y microzooplancton, mientras que otros componentes son carnívoros, como las medusa, quetognatos y sifonóforos. Es, además, responsable de mantener niveles de producción secundaria que se demandan por consumidores como peces, aves y algunos mamíferos marinos.

En ecosistemas cálidos, un gran crecimiento poblacional a partir de un número pequeño de individuos presentes en un tiempo determinado se debe a una alta tasa de crecimiento. La proporción entre la producción y biomasa de una especie es un índice de su dinámica poblacional e indica la tasa de cambio de la materia orgánica. El conocimiento de la estructura del plancton y su funcionamiento permite contestar a preguntas como: dónde, cuándo, cuántos y cuáles grupos ocurren en un área determinada. De esta forma, la información acerca

de la estructura de la comunidad permite identificar las tendencias de largo plazo en su distribución, composición y abundancia poblacional. Esas características son las que permiten considerar al zooplancton como modelo en estudios de dinámica poblacional y para estimar parámetros demográficos, tales como la tasa de mortalidad natural, la cual representa el impacto de la variabilidad ambiental en la fisiología de los organismos.

Establecer la distinción entre organismos muertos y aquellos metabólicamente activos es necesario para valorar la calidad del hábitat (Escribano *et al*., 2009) y es una herramienta para monitorear la salud del ecosistema, ya que el efecto que se produce por la disminución del alimento vivo para las poblaciones que se mantienen del zooplancton, permite generar escenarios ecológicos posibles de los cambios originados por las fluctuaciones de abundancia del zooplancton vivo.

El objetivo fue describir la variabilidad de la biomasa del zooplancton en el periodo enero y agosto, así como la mortalidad natural en las muestras recolectadas en marzo y en particular en la estación 6 (Baja Seas).

Biomasa

La biomasa promedio del zooplancton osciló alrededor de los 50 ml por 100 m-3 de agua filtrada en cada muestreo, sin que hubiera una variabilidad estacional definida. Los valores de la biomasa más elevados se registraron en enero y abril, con una drástica disminución en mayo del 2015 (**Fig. 100).** Por otra parte, la variabilidad en el biovolúmen del zooplancton al interior del cuerpo de agua durante cada muestreo (una vez excluidos los valores de la Boca), fue ligeramente mayor en el lado oriental de la Bahía (P. Gato, La Palmita y Canal La Gaviota), principalmente durante el primer (enero-marzo) y tercer trimestre (julio-agosto) del año. El muestreo de la Boca inició en abril y en ese mes, la biomasa fue muy alta (722 ml por 100 m3) al igual que el incremento en la biomasa en junio, debido a la influencia oceánica adyacente (**Fig. 101**). No obstante, el efecto de la boca parece ser menos importante o las condiciones son diferentes en el tercer trimestre (julio-agosto).

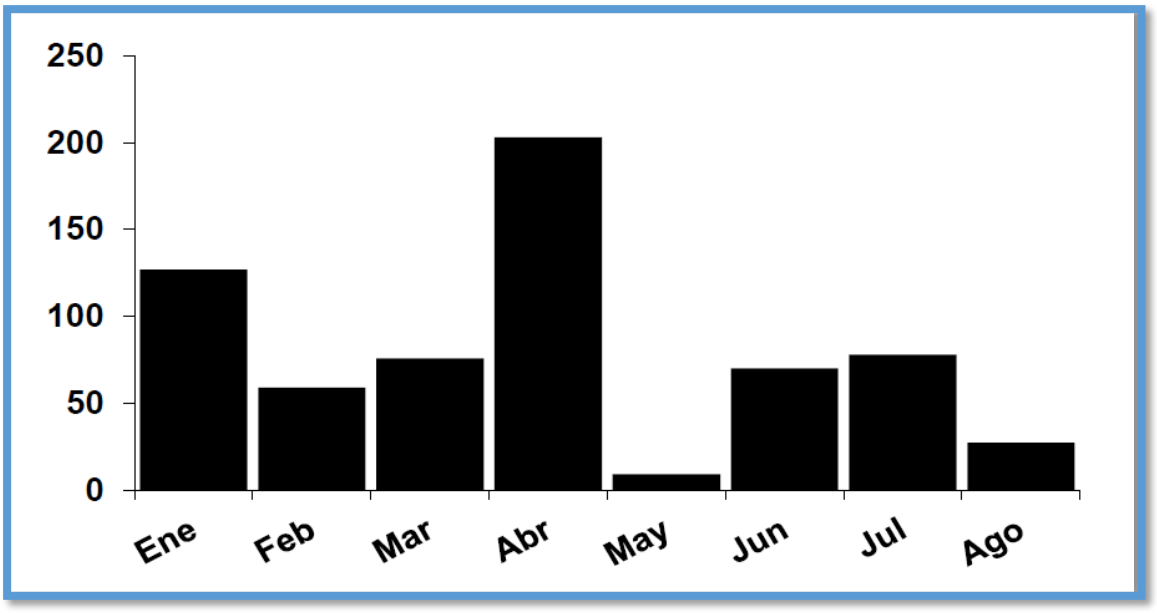


Figura 98. Promedio de la abundancia de la biomasa del zooplancton en Bahía Magdalena de enero a agosto de 2015 (Unidades ml 100 m-3).

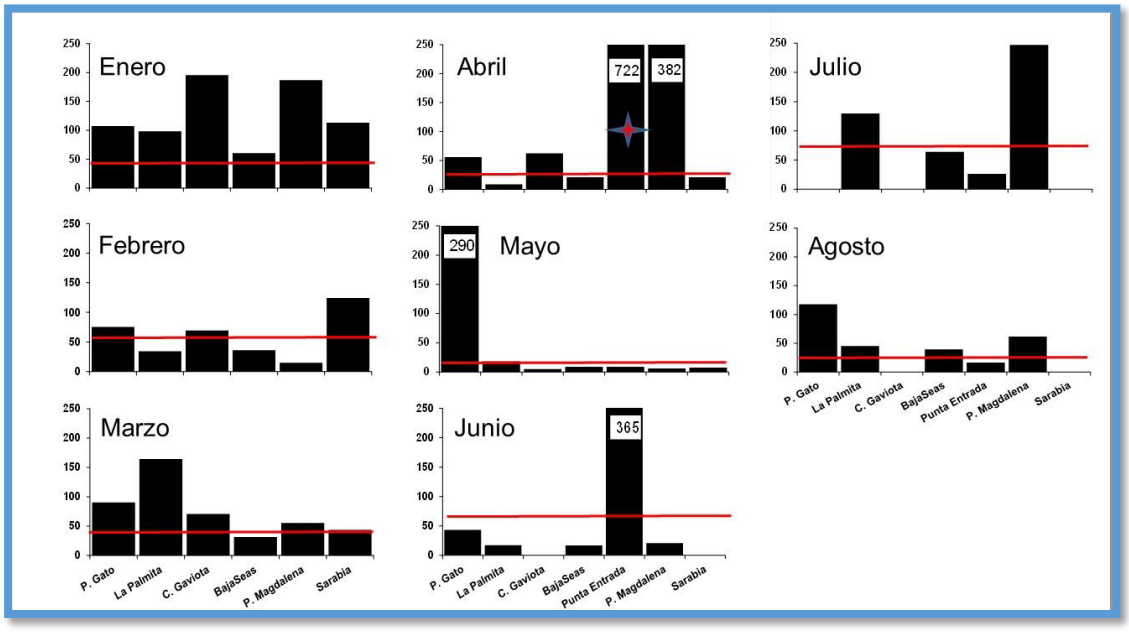


Figura 99. Abundancia de la biomasa zooplanctónica en todas las localidades en Bahía Magdalena, de enero a agosto de 2015. Línea roja es el valor promedio de cada muestreo, una vez eliminado el valor de la estación Punta Entrada (Boca) para calcular el promedio.

Composición por grandes grupos taxonómicos

Se analizaron cinco de las siete muestras de zooplancton obtenidas en el mes de marzo, debido a que la estación de Canal Gaviotas y Los Sarabia fueron preservadas en alcohol. Los grupos

taxonómicos fueron 14, y los más abundantes fueron los quetognatos, los copépodos, los taliáceos y las larvas de portúnidos (jaibas).

El análisis de la mortalidad natural por grupo taxonómico dio como resultado que los animales muertos aparecieron en porcentajes variables de 1 a 7%, en 50% de las estaciones y pertenecían a los quetognatos, taliáceos y en menor medida larvas de gastrópodos, zoeas de jaibas, apendicularios y eufáusidos. El signo negativo en la estación *La Palmita*, indica que el porcentaje fue menor a la unidad. Este muestreo se considera valido para el resto del cuerpo lagunar y sus canales.

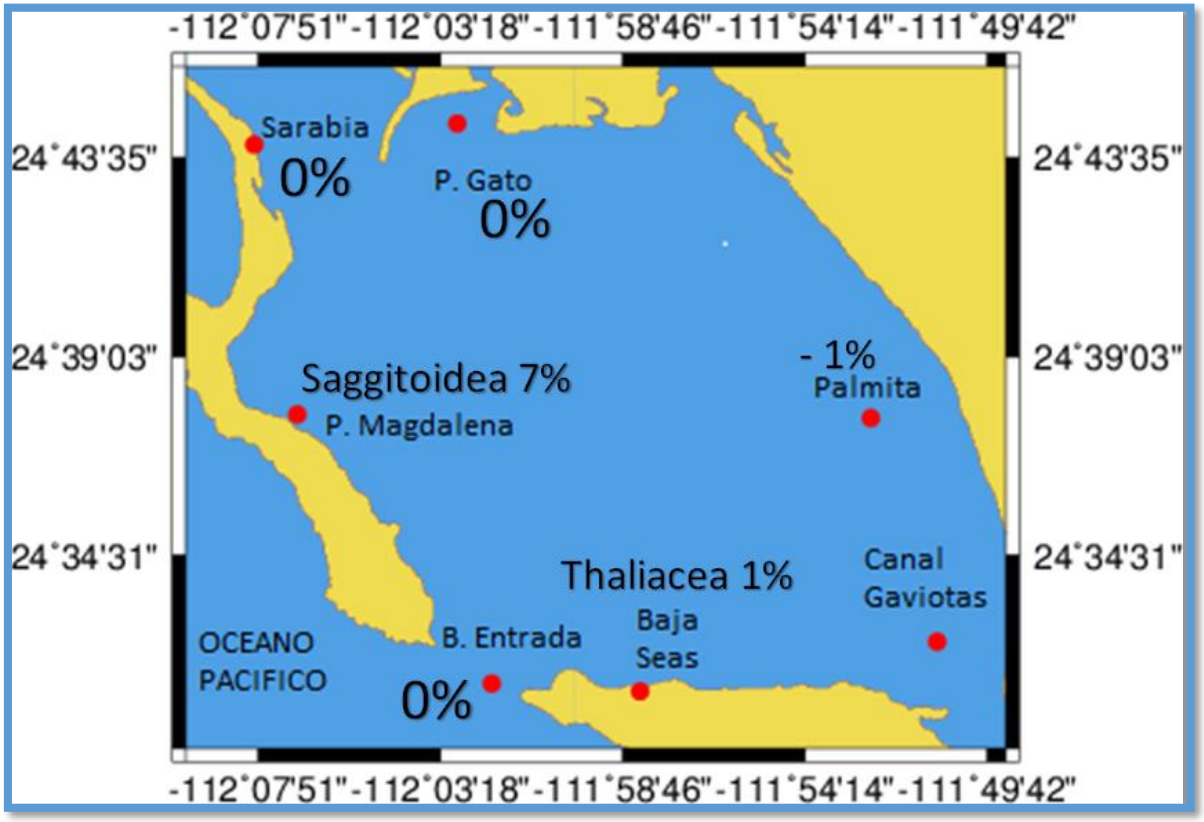


Figura 100. Proporción de ejemplares muertos de zooplancton.

Composición taxonómica del zooplancton recolectado en la estación 6

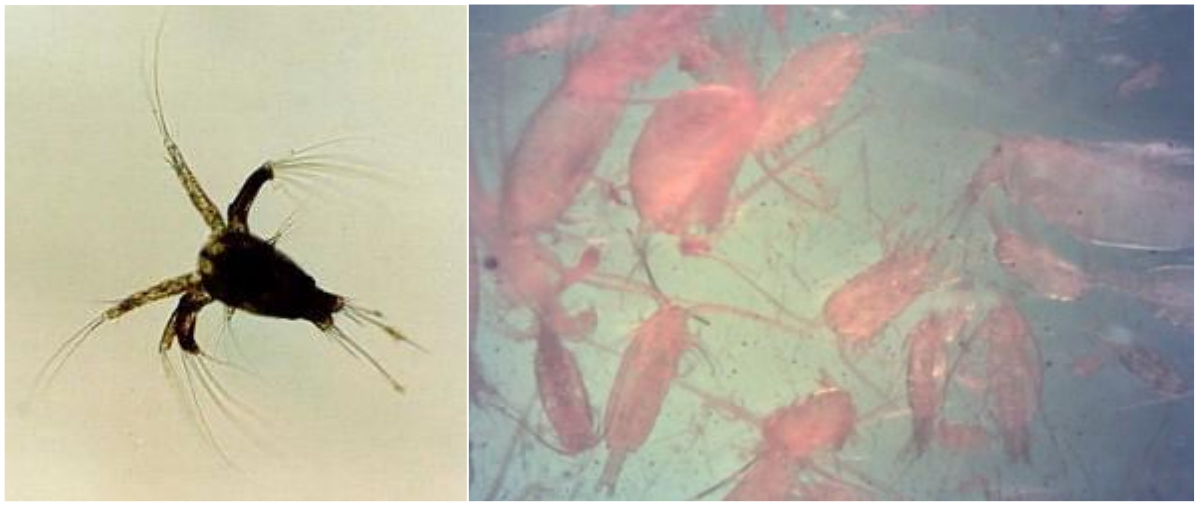
En la estación Baja Seas, localizada muy cerca de la Boca se encontraron nueve grupos funcionales y el análisis temporal de la proporción de animales muertos de enero a junio mostró que los quetognatos aparecieron en todos los meses y la mortalidad fue de cero. En el caso de los apendicularios, éstos solo se presentaron en cuatro de los seis muestreos y solo en abril se detectó que el 1.27% de estos animales estaba muertos. Los nauplios de copépodos se encontraron en enero, abril y junio, cuando todos los ejemplares fueron recolectados vivos. La situación fue distinta para los copépodos adultos, que aparecieron en los seis meses y cuya

cantidad de animales muertos varió a lo largo del tiempo: 8.1% en febrero, 4.2% en abril, 33.3% en mayo y 11.3% en junio (**Fig 103**).

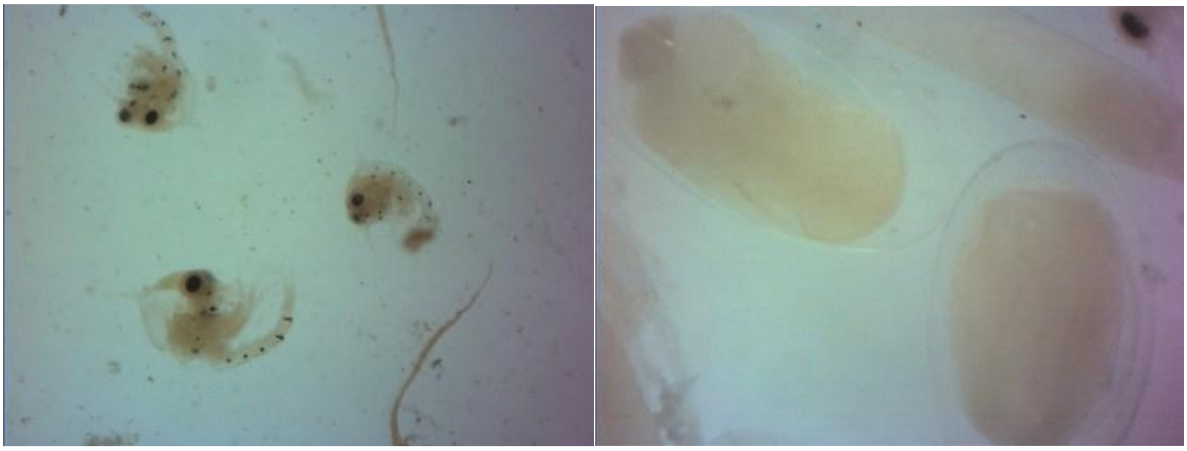
Las larvas zoeas de braquiuros estaban todas vivas al momento del muestreo, aunque solo aparecieron en enero, febrero, abril y junio. Esta misma situación se observó en las salpas y las larvas de eufáusidos, mientras que en el caso de los huevos de peces, el único mes en que no aparecieron fue marzo y el único donde hubo mortandad fue mayo con 6%. Finalmente, el grupo de los poliquetos apareció solo en enero y todos estuvieron vivos.



Quetognato



Larvas de Copépodos Copépodos



Larvas zoeas branquiuros Huevos de pez

Figura 101. Composición taxonómica del zooplancton recolectado en Bahía Magdalena

La biomasa del zooplancton no presento una variabilidad estacional y en general los valores oscilaron alrededor de los 50 ml por 100 m3. Si bien, durante el segundo trimestre la biomasa fue muy alta, estos valores corresponden a influencia de la boca de acceso al sistema lagunar (i.e., abril y junio). En mayo y agosto del 2015, las biomasas fueron comparativamente menores. La mortalidad natural del zooplancton fue baja en marzo; se registró una amplia variación del porcentaje de organismos muertos de enero a julio en la estación Baja Seas.

Bentos

La mayor parte de los poliquetos son exclusivamente marinos, presentan una gran diversidad y abundancia en en la mayoría de los ambientes de este medio. Han desarrollado una gran variedad de formas de vida, con una representatividad de 81 familias en el medio bentónico y sólo 7 en el pelágico; no obstante, un gran número de especies bénticas desarrollan su ciclo biológico entre el medio pelágico (fases larvarias) y el bentónico (fase adulta).

La recolecta del material biológico fue paralela al método utilizado para la captura de peces, ya que los puntos para la toma de sedimentos se localizaron en los extremos de la red agallera en cada localidad incluida en el estudio, Cuatro estaciones en San Ignacio, San Punta Eugenia, Bahía Asunción y Bahía Magdalena. Las muestras fueron tomadas mediante una draga sedimentológica Wildco (6" x 6") por Juan José Ramírez Rosas, se realizó una sola toma de sedimento, y éste fue depositado en una bolsa de polietileno debidamente etiquetada con los datos mínimos necesarios para su localización. El sedimento se fijó completamente en una solución de formalina al 10 % en agua de mar y posteriormente fue almacenado para su posterior tratamiento. Ya en el laboratorio, el material se lavó en agua corriente para eliminar el exceso de formol, y fue pasado por un tamiz de 0.5 mm de luz de malla, de esta forma los ejemplares fueron rescatados para su determinación a nivel específico. La determinación se hizo utilizando literatura especializada y claves de identificación elaboradas por el responsable

de este informe. Para el cálculo de la diversidad se utilizó el Índice de Shannon (H'n) aplicando la fórmula $H'n= -\sum pi \log_2 pi$, donde pi es la proporción de la especie i en el total (Magurran, 1988), resultando un valor en bits/ind.

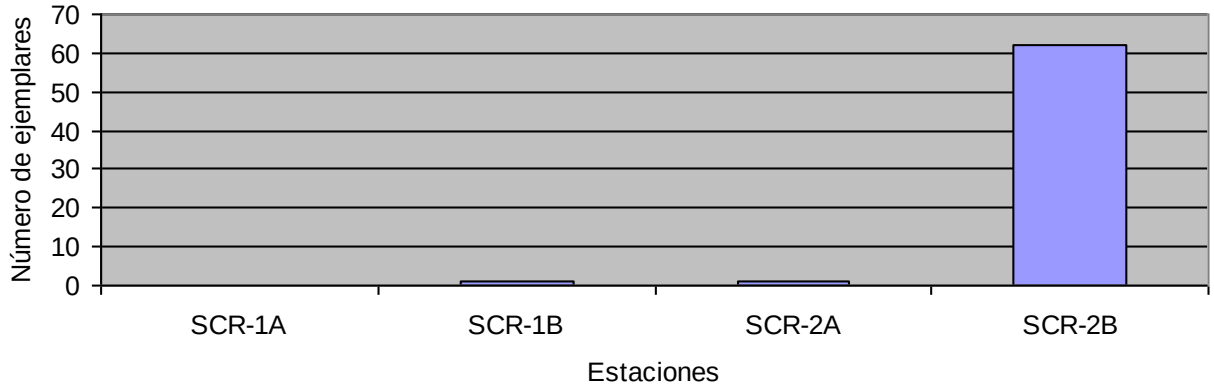


Figura 102. Número de ejemplares por estación.



Figura 103. Fotografía de Bahwania goodei.



Figura 104. Platynereis bicanaliculata representada por sus dos fases, la atoca y la reproductiva epitoca.

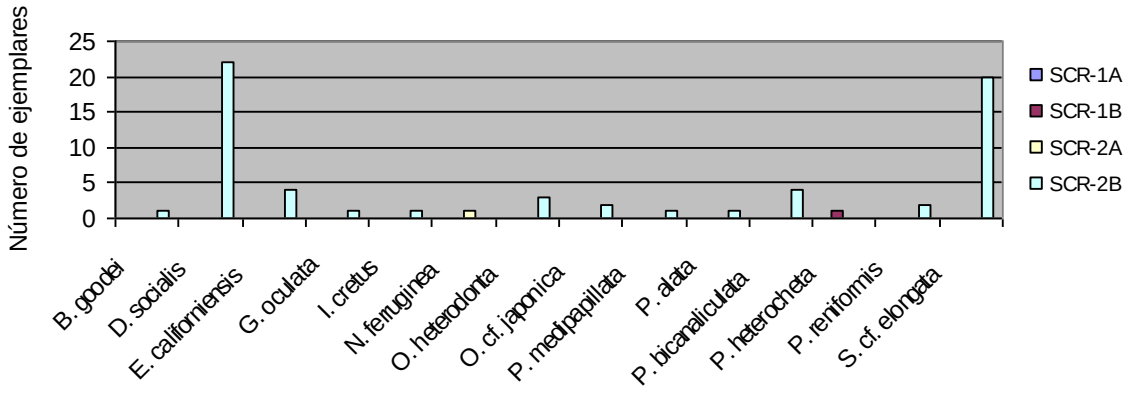


Figura 105. Número total de ejemplares por especie en cada estación en la estación.

Como se puede apreciar la composición faunística presente en el cuerpo lagunar de Bahía Magdalena es rica en variedad.

IV.4. Medio socioeconómico

Antecedentes

La localidad de San Carlos pertenece al Municipio de Comondú, el cual se localiza al Oeste del estado de Baja California Sur. El municipio de Comondú colinda al oeste con el Océano Pacífico. Al este con el Golfo de California. Al norte con los municipios de Loreto y Mulege y el Océano Pacífico. (INEGI, 2001).

Se describen las características sociales y económicas más importantes de la población de la localidad de San Carlos y de la población de la localidad de Puerto López Mateos, se consideró incluir a esta última ya que se encuentra muy cercana al área de estudio y es donde reside parte de la población pesquera de La Palizada y sus familias, parte la población de López Mateos es considerada flotante debido a que en la época de pesca es cuando residen por más tiempo en la localidad. Para observar la dinámica de la población humana en el área fue necesario investigar las tendencias de la población, particularmente en las localidades de San Carlos y la localidad de Puerto López Mateos. Se consultaron las fuentes de información más recientes del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Población (CONAPO), gobiernos estatales y municipales.

Aspectos Sociales

a) Demografía

De acuerdo con cifras de INEGI, se estima que en 2015 el municipio tenía una población de 72,564 habitantes, de los cuales 36,413 son hombres (50.2%) y 36,151 mujeres (49.8%).

La dinámica poblacional del munic1p10 por muchos años mostró un estancamiento. En 1995 la población era de 66 mil habitantes, entre 2000 y 2005 disminuyó a 64 mil. Ello se tradujo en que Comondú se convirtió en un municipio expulsor, derivado de la situación económica y la falta de oportunidades de empleo. No obstante, a partir de 2010, la población experimentó una recuperación al llegar a 70,816 habitantes, y a 72,564 en 2015, que reflejan una tasa de crecimiento anual del 1.0% y 0.9%, respectivamente. Es el segundo municipio de menor crecimiento en el estado, después de Mulegé.

Tabla 27. Población Total en el área de influencia.

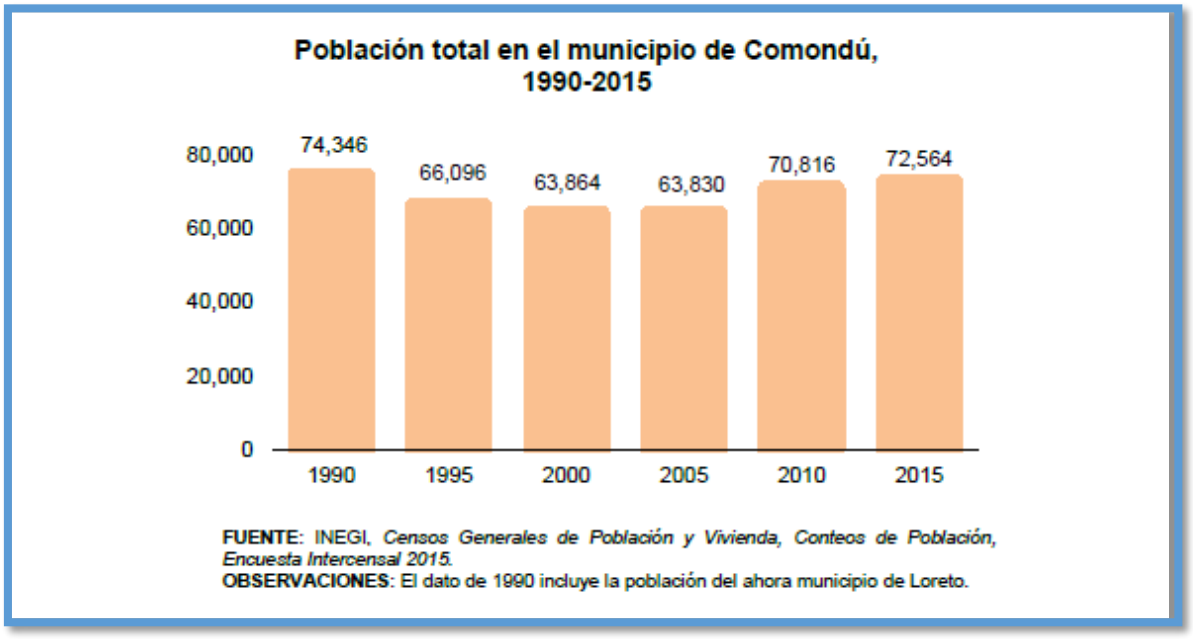


Tabla 28. Población por localidad en el municipio de Comondú 1990-2015

Localidad	1990	2000	2010	2015
Ciudad Constitución	34,692	35,589	40,935	44,918
Ciudad Insurgentes	8,463	7,654	8,741	10,767
Pto. San Carlos	3,123	3,990	5,538	6,489
Pto. Adolfo López Mateos	2,389	2,309	2,212	n.d.
Villa Ignacio Zaragoza	1,008	1,171	1,226	1,563
Villa Morelos	1,175	988	1,153	n.d.
Benito Juárez	767	839	900	n.d.
Santo Domingo	689	722	689	n.d.
La Purísima	391	462	433	n.d.

Localidad	1990	2000	2010	2015
San Isidro	594	518	339	n.d.

FUENTE: INEGI, *Censos de Población y Vivienda, y* CONAPO, *Proyecciones de la población de México 2010-2050. BCS.*

Origen de la Población (procesos migratorios). Según el INEGI y el Cuaderno Estadístico de 2015, se observa que es el municipio con menor proporción de población no nativa, cifra que se observa un descenso: 28.3% en 2000, 26.9% en 2010 y 24.3% en 2015.

Los estados de origen de la población no nativa más representativa son Sinaloa (18.7%), Baja California (17.0%), Veracruz (12.6%), Sonora (7.5%), Michoacán (5.9%) y Jalisco (5.0%). Los Migrantes de otros países representaron menos del 0.6%.

Las localidades de Ciudad Constitución e Insurgentes concentran el 70.1% de la población total del municipio. A partir de 2010 estas localidades recuperaron se dinámica demográfica, ya que observan un crecimiento visible, que incluye a Puerto San Carlos y Villa Ignacio Zaragoza. En las demás localidades se observa crecimiento poco significativo, o negativo, como es el caso de Santo Domingo, San Isidro y La Purísima.

Del total de la población de 3 años y más, sólo el 1.2% (871 habitantes) habla alguna lengua indígena. Es de los municipios con menor proporción. Atendiendo a la autoadscripción, **el 15.5% de la población total se considera indígena,** y el 7.3% en parte; el 0.15 se considera afrodescendiente y el 0.3% solo en parte.

Vivienda

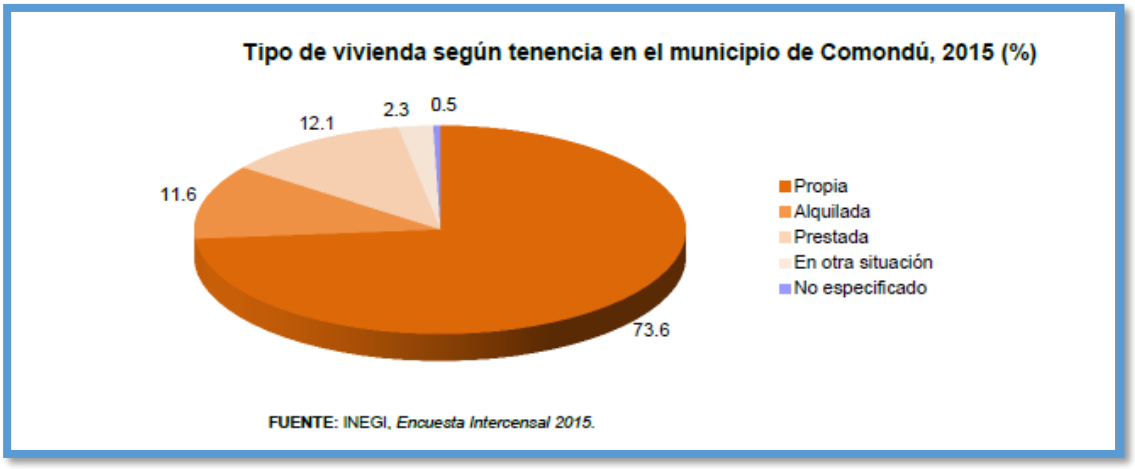
El número total de **viviendas particulares habitadas** del municipio (2015) fue de **21,436,** que creció a una tasa promedio de 2.5% anual entre 2010 y 2015. A nivel municipal el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.4 personas, igual al promedio estatal.

Tabla 29. Disponibilidad de bienes o servicios en las viviendas1/ del municipio de Comondú, 2010 y 2015

Bienes o servicios	2010	2015
Material en pisos		
Tierra	5.4	3.6
Cemento o firme	71.2	72.9
Madera, mosaico y otros	23.0	23.3
Servicios		
Agua entubada[2/]	89.6	95.2
Energía eléctrica	97.2	97.0
Drenaje[3/]	84.5	93.7
Bienes y Tecnologías Información		
Refrigerador	88.8	89.0
Lavadora	69.8	69.5
Horno de microondas	n.d.	42.4
Automóvil	73.3	70.0
Aparato para oir radio	76.6	59.8

Bienes o servicios	2010	2015
Televisor	94.5	92.8
Televisor de pantalla plana	n.d.	28.2
Computadora	28.7	28.5
Teléfono fijo	34.5	29.0
Teléfono celular	78.7	86.9
Internet	19.3	27.3
Servicio de televisión de paga	n.d.	57.7

FUENTE: INEGI, *Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015*. 1/ El total de viviendas con información captada fue de 18,977 en 2010 y de 21,384 en 2015. 2/ Agua entubada dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno. 3/ Lugar de desalojo: red pública, fosa séptica, barranca o grieta, río, lago o mar.



Índice de marginación.

De acuerdo a cifras de CONAPO (2015) referidas al grado de marginación de una zona, que se refiere a la exclusión social o población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas, y de acuerdo a la escala utilizada en el país, este municipio presenta un grado de marginación bajo, presentando a nivel nacional el lugar número 2.060 (de 2,547 municipios). Entiéndase que esta escala va de aquellos más marginados que ocupan los primeros lugares a los menos marginados cuya posición está en los últimos lugares del rango. No obstante lo anterior, a nivel estatal, es el municipio más marginado del estado.

Tabla 30. Indicadores socioeconómicos del municipio de Comondú, 2010 y 2015.

Indicador	2010	2015
Índice de Marginación	-1.19987	-1.017
Lugar que ocupa en el contexto estatal	2	1
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,168	2,060
% Población analfabeta de 15 años o más	5.44	5.06
% Población sin primaria completa de 15 años o más	22.69	20.08
% Ocupantes en viviendas s/drenaje ni excusado	1.58	0.86

Indicador	2010	2015
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.08	2.37
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	3.20	3.81
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	33.62	25.07
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	5.42	3.12
% Población en localidades con menos de 5 mil hab.	22.03	22.03
% Población ocupada con ingreso de hasta 2 sal. mín.	36.92	40.10

FUENTE: CONAPO, *Índice de Marginación 2010*, *Índice de Marginación 2015*.

Salud y Seguridad Social

El municipio de Comondú cuenta con infraestructura de salud en las tres instituciones oficiales, las cuales se encuentran en los principales centros de población del municipio. (**Tabla 32**).

Tabla 31. Infraestructura de Servicios de Salud en el Municipio de Comondú, 2015

Indicador	SSA	IMSS	ISSSTE
Unidades médicas	17	4	7
Médicos	96	70	51
Personal de enfermería	134		64

FUENTE: SSA, IMSS e ISSSTE.

OBSERVACIONES. Médicos en contacto con el paciente. Incluye odontólogos.

En el año 2015, el porcentaje de población derechohabiente a servicios de salud es 90.9%.

El IMSS brinda servicios a un 37.5% de la población, el ISSTE al 16.3% y el seguro popular al 48.1%.

Educación

Para el año 2015 la población alfabeta de 15 años y más fue de 50,086 habitantes, que representa el 94.0% de la población municipal de ese rango. Al igual que Mulegé, es el municipio con mayor nivel de analfabetismo (5.0%) superior al promedio estatal de 2.5%.

El grado promedio de escolaridad del municipio es de 8.6 años, inferior al promedio estatal (9.8). En la población masculina es de 8.6, y en la femenina de 8.7 años.

En infraestructura educativa, el municipio cuenta con instalaciones de todos los niveles educativos, principalmente en los centros urbanos. El número total de alumnos al fin del ciclo escolar 2014-2015 fue de 21,627. Durante el mismo ciclo el número de maestros, planteles y aulas fueron 1,392, 153 y 952, respectivamente.

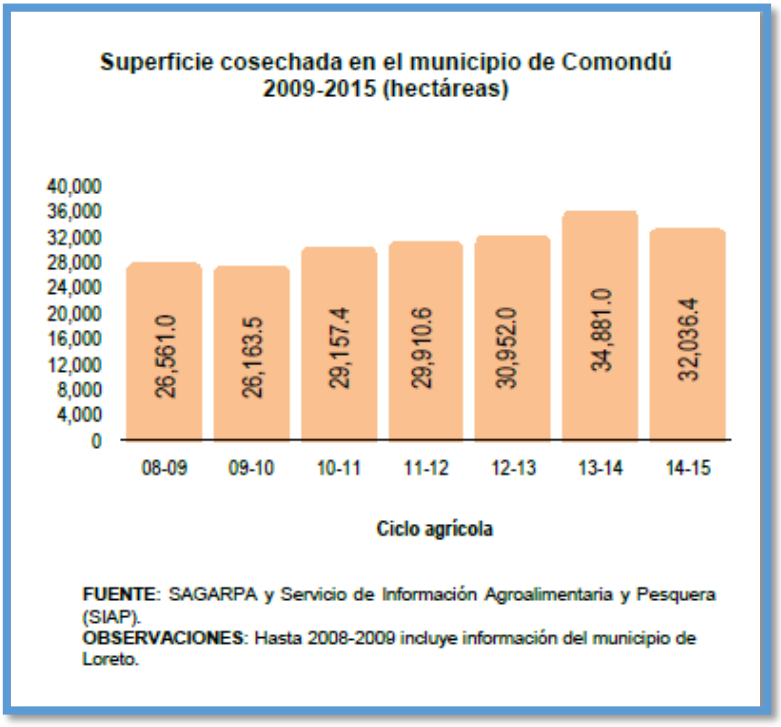
En educación media superior, cuenta con 22 escuelas: 16 de bachillerato general y 6 de bachillerato tecnológico.

En el nivel superior, en la actualidad cuenta con el instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ciudad Constitución, así mismo, con una extensión de la UABCS en Ciudad Insurgentes. Ambas ofrecen posibilidades de estudios superiores en áreas relacionadas a las actividades

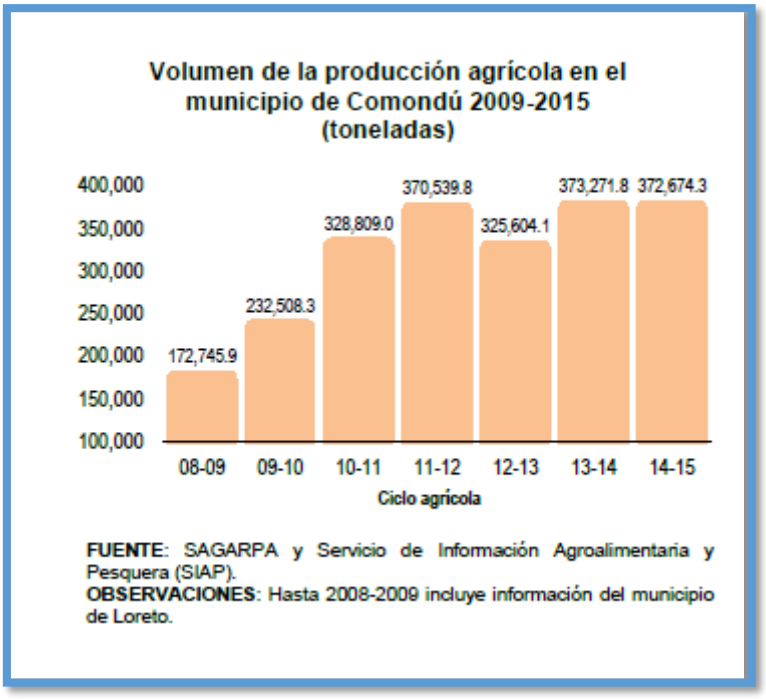
agropecuarias. En el ámbito de ciencias de la educación cuenta con subsede de la Normal Superior y de la Universidad Pedagógica Nacional en la cabecera municipal. En San Carlos se cuenta con una escuela tecnológica CET-MAR enfocada al aprovechamiento de los recursos marinos.

Actividad Económica.

En este municipio se encuentra la principal zona agrícola del estado: El Valle de Santo Domingo, aquí se genera casi en su totalidad la producción de papa, esparrago, garbanzo, trigo, naranja y alfalfa que aporta Baja California Sur. La superficie total cosechada en el municipio durante el ciclo 2014-2015 fue de 32,036.4 hectáreas.

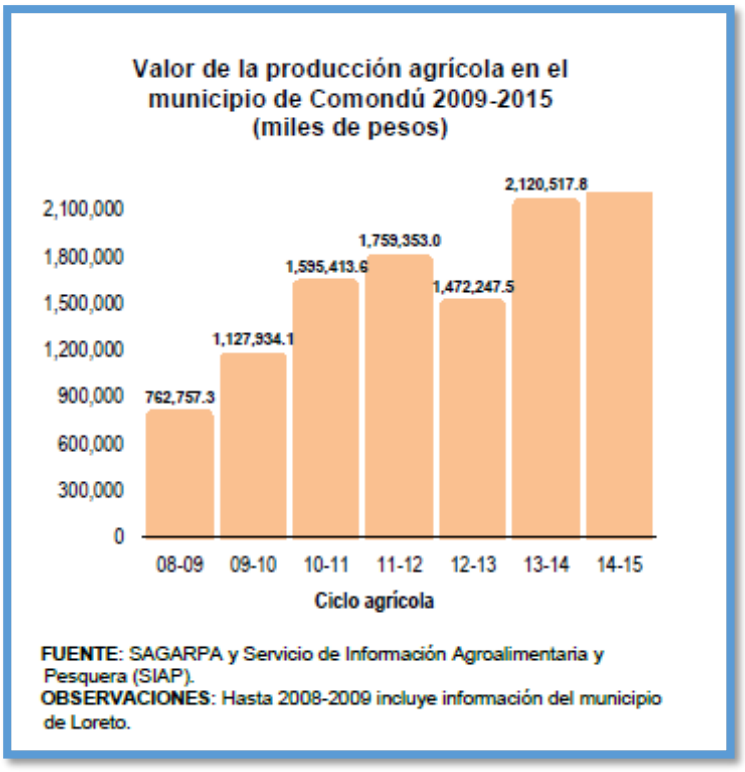


En el mismo ciclo agrícola, el **volumen total de la producción** en Comondú fue de **355,387.4 toneladas,** confirmándose que constituye el principal granero del estado, ya que **su aportación a la producción estatal es del 51.9%.**



De acuerdo al volumen de producción, destaca en primer lugar, **la alfalfa (28.1%), la papa (23.2%) y naranja (13.2%).** Se complementa la producción con trigo, maíz, garbanzo, chile, jitomate, y sorgo, entre otros.

El **valor total de la producción** agrícola en Comondú durante **2014- 2015** fue de **2,210.1 millones de pesos.** De tal forma que **el valor de su producción representa el 52.1% del total estatal.**

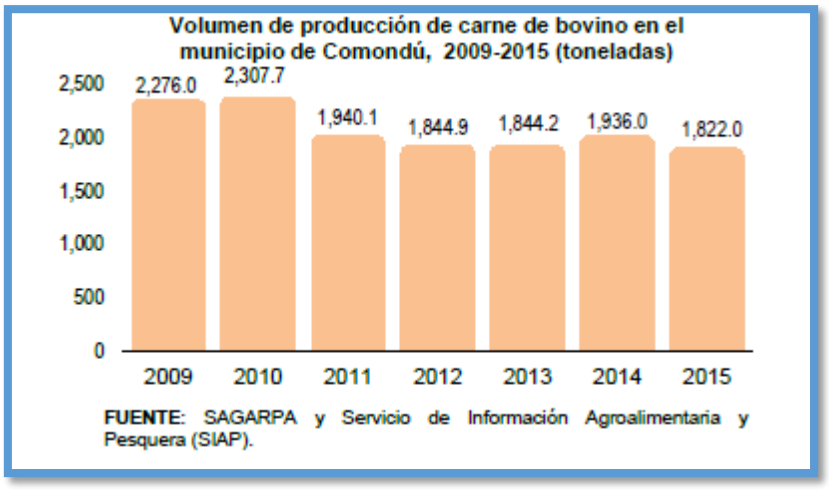


En Términos de valor, el principal producto es el esparrago, que significa el 30.7% del total municipal. Le siguen en importancia la papa, alfalfa, naranjo y garbanzo, que representan el 24.9%, 7.6%, 6.2% y 5.4% respectivamente. Destaca también el valor aportado por los cultivos de maíz y trigo.

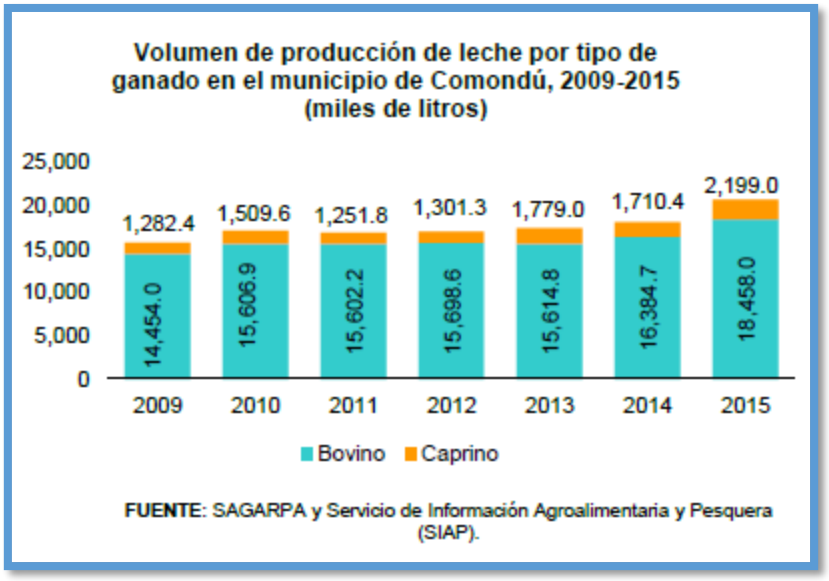
Ganadería.

Este municipio ha sido tradicionalmente el primer productor de carne de bovino en el estado. En 2015 su producción disminuyo al registrar 1,822.0 toneladas, el 32.7% de la producción estatal. Esta producción alcanza un valor de 117.6 millones de pesos.

Adicionalmente es el primer productor estatal de carne de cerdo con 513 ton (18.0 millones de pesos), caprino 221 ton (14.1 millones de pesos), ovino (6.0 millones de pesos).



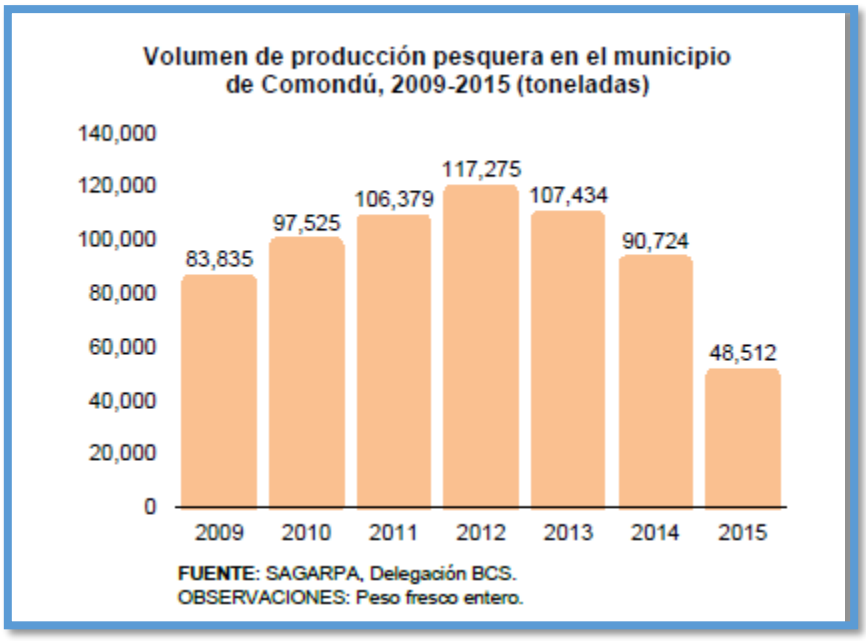
Es el municipio de mayor producción lechera en el estado. La producción de leche de bovino en 2015 fue de 18.5 millones de litros, con un valor de 112.3 millones de pesos. En el caso de la leche de caprino fue de 2.2 millones de litros, con un valor de 11.0 millones de pesos.



La producción estatal de huevo se concentra totalmente en el municipio de Comondú. En 2015 se obtuvieron 489 toneladas. El valor de producción alcanzó los 21.0 millones de pesos. En el municipio también se produjeron 11 toneladas de miel con un valor de 490,000 pesos.

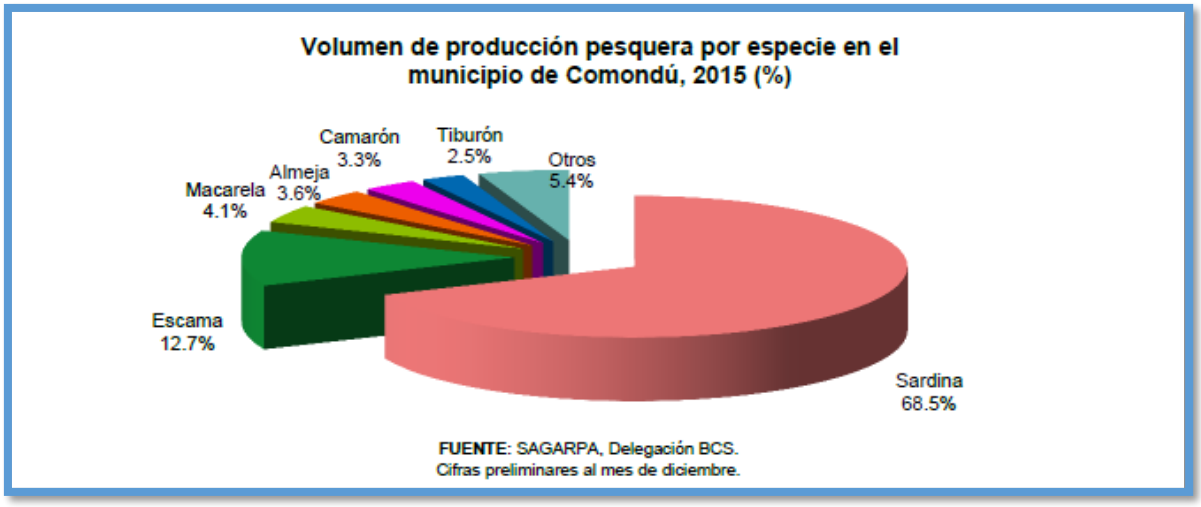
Actividad Pesquera.

En el municipio de Comondú, la zona pesquera está asentada en el litoral del Océano Pacifico, comprendida por el Puerto San Carlos, Adolfo López Mateos y zonas aledañas. De aquí se obtienen productos de un alto valor comercial, que representan una participación muy relevante a nivel estatal por su producción pesquera.

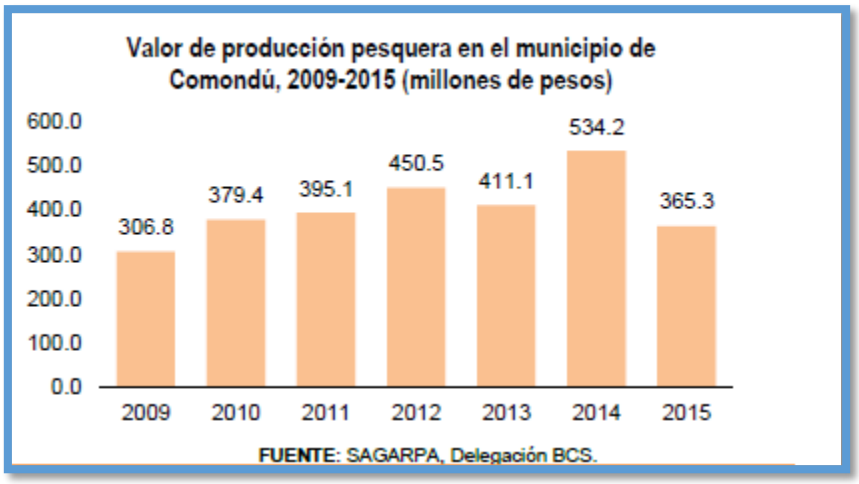


La producción total en el año 2015 fue de 48,511.8 toneladas que representan el 60.5 del volumen de producción estatal. Esta cifra refleja un descenso en la producción en el municipio de 46.5% con respecto a lo alcanzado en 2014.

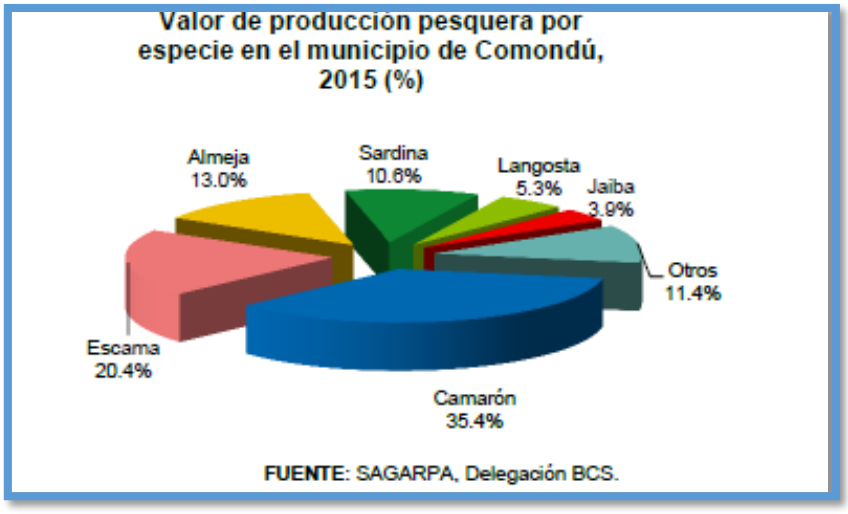
La principal especie obtenida en esta zona es la sardina, que representa el 68.5% del total, le siguen en importancia las especies de escama, macarela, almeja, camarón y tiburón cazón.



El valor de la producción pesquera en 2015 fue de 365.3 millones de pesos, 31.6% menor a la del año previo. Ésta equivale a menos de la mitad (40.3%) del valor de la producción pesquera estatal.



En términos de valor, las especies más importantes son camarón (35.4%), escama (20.3), almeja (13.0%), sardina (10.6%). Otras especies capturadas son langosta, jaiba, túnidos y tiburón.



Además de la captura propiamente, se empacan y procesan industrialmente algunas especies como la sardina y el atún. Tal es el caso de empresas Mar Edén y la Conservera San Carlos, en Bahía Magdalena.

La actividad acuícola en el municipio en 2015 fue de 100.4 toneladas de ostión japonés, con un valor de 981, 800 pesos y la introducción reciente del cultivo de jurel 67.0 toneladas con un valor de 21.7 millones de pesos.

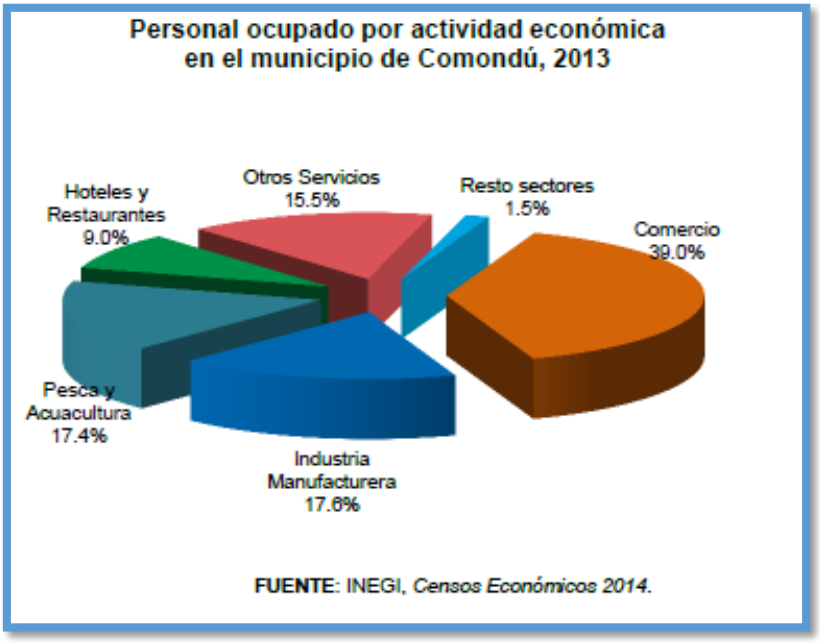
Turismo.

Las posibilidades del turismo en este municipio son las relativas al ecoturismo. Destacan la observación de ballena gris los puertos de Bahía Magdalena, así como los recorridos en comunidades tradicionales en la zona de oasis.

La infraestructura hotelera en el municipio consta de 29 hoteles, que disponen de 532 habitaciones. Ésta última muestra un incremento visible en los últimos años, ya que en 2005 eran 350 las habitaciones.

Empleo.

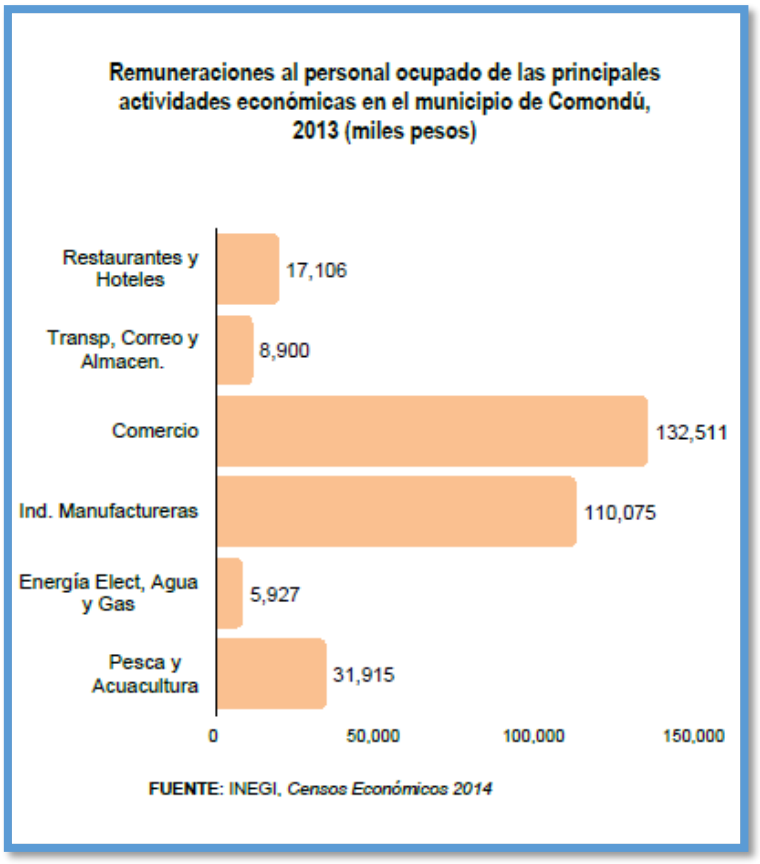
La población total mayor de 15 años y más (en edad de trabajar) en 2015: 53,284 habitantes, y se registra una tasa de desempleo del 2.6% (2015).



De acuerdo a los resultados de los Censos Económicos 2014 (que excluye actividades agropecuarias y forestales) en el municipio de Comondú se registraron un total de 3,299 unidades económicas que dieron empleo a 12,991 personas.

En cuanto a personal ocupado, las actividades económicas más representativas son comercio, industria manufacturera, y, pesca y acuacultura.

Por el lado de los ingresos, durante 2013 en el municipio se generaron remuneraciones por un total de 338.1 millones de pesos. Las actividades más importantes para el empleo son comercio, industria manufacturera y pesca y acuacultura. En los últimos anos este municipio ha mostrado un estancamiento de las actividades económicas que que ha generado un fenómeno migratorio hacia otras zonas del estado, en busca de fuentes de empleo, sobre todo para los sectores jóvenes.



IV.4.1. Diagnóstico ambiental

En diagnóstico del sistema ambiental Bahía Magdalena donde se encuentra el Proyecto de cultivo de bivalvos tiene como objetivo general, describir el estado actual del sistema ambiental, que corresponde a las condiciones previas a la realización de dicho proyecto.

Se definió que los límites del sistema ambiental corresponden a los del área de estudio, mismos que están descritos en el punto IV.1.

Se identificaron los componentes e indicadores que se utilizaron como descriptores del sistema, considerando tanto el subsistema natural como el socioeconómico.

Las funciones e interacciones que tienen los componentes, se representa en las matrices de interacciones, como base para clasificarlos como: importantes, relevantes o críticos, que corresponde a la clase ambiental. La clase ambiental se asigna de acuerdo al grado de dependencia de cada componente, a los valores más altos de dependencia le corresponde la clase ambiental "crítico" (**C**), los intermedios a "relevantes" (**R**) y por último los bajos a "importantes" (**I**).

Se considera que cualquier afectación sobre los componentes críticos (más dependientes), generará una respuesta o cambio ambiental mayor, y las afectaciones sobre aquellos importantes (componentes menos dependientes) tienen una respuesta o cambio ambiental

menor (Salazar, 2000).

La descripción del estado del sistema (diagnóstico) incluye el estado actual de los componentes y sus indicadores, se incluye la problemática ambiental del sitio.

Metodología

La metodología utilizada para la integración e interpretación del inventario ambiental, en la que se describen de manera general el estatus del ambiente en el área de estudio. Se elaboraron los listados de factores, componentes e indicadores y su clasificación en función del grado de dependencia.

Descripción del estado del sistema (Diagnóstico).

Resultados

El complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas se localiza en la costa sur-occidental de la península de Baja California Sur (24º 16´ N y 25º 45´ N y 111º20´ W y 112º 18´ W). Este sistema tiene tres zonas geomorfológicamente distintas: Zona de Canales (137 km2) ubicada al noroeste; Bahía Magdalena (883 km2) situada en la parte central del complejo; y Bahía Almejas (370 km2) situada al sureste (Fig. 1) (Álvarez-Borrego et al. 1975, Hernández-Rivas et al. 1993). La Zona de Canales presenta una geomorfología irregular, conformada por numerosos esteros y canales someros (usualmente <12 m, pero con profundidades máximas de 18 m) bordeados por bosques de mangle en la costa Este y por dunas elevadas de arena al Oeste, en la Isla Magdalena. En la porción norte, la zona de Canales se comunica con la plataforma continental a través de dos bocas relativamente angostas y poco profundas denominadas Santo Domingo (1.9 km de ancho) y La Soledad (1.7 km de ancho); desde este último punto existe un canal somero en dirección a Puerto Adolfo López Mateos. En su porción sureña, el canal principal presenta condiciones favorables para la navegación que comunica con Bahía Magdalena, con profundidades promedio de 11 m, a excepción de la zona conocida como La Curva del Diablo que es relativamente más somera, situada a unos 30 km al sur de López Mateos (Norris & Gentry 1974). Bahía Magdalena esta comunicada con mar abierto, a través de una amplia boca de acceso de 5.6 km de ancho, con 40 m de profundidad máxima, ubicada entre Punta Entrada (Isla Magdalena) y Punta Redonda (Isla Margarita). A partir de esta boca se extiende un canal de navegación con profundidades entre 15-30 m que comunica con Puerto San Carlos, el cual se orienta paralelamente a la Isla Magdalena. La parte central de la bahía tiene una profundidad entre 15 y 20 m, la cual disminuye hacia el oriente con una pendiente suave hacia la costa, quedando expuestos frecuentemente extensos bancos de arena durante periodos de bajamar hacia el Este y Noreste de la bahía. La zona de Bahía Almejas tiene una profundidad promedio de 8 m y una cuenca de 30 m de profundidad máxima. El Canal de Gaviotas permite la navegación de embarcaciones de poco calado (profundidad 20 m) y comunica Bahía Magdalena y Bahía Almejas. Esta última, se conecta con el mar abierto a través de dos bocas,

una llamada Canal de Rehusa de 2.5 km de ancho en su parte más estrecha, ubicada entre Isla Margarita e Isla Creciente y otra boca, conocida como Boca y Barra Flor de Malva, de carácter temporal con amplitud y profundidad altamente variables, localizada en la porción más sureña del complejo lagunar.

a) Degradación del suelo

En la zona de interés para el desarrollo del proyecto no se presentan procesos de erosión y el riesgo es muy bajo. Otra característica de la zona son las llanuras costeras dominantes. En estas llanuras el suelo es muy delgado con muy bajo contenido de materia orgánica.

b) Degradación de los recursos hídricos marinos

Con respecto a la calidad de agua en la zona, en general, todos los parámetros medidos se encuentran dentro del intervalo considerado como normal por la NOM-001-SEMARNAT-1996 y por criterios de calidad de agua para acuacultura (Wedemeyer, 2002)

Las tasas de acumulación de nitrógeno, carbono y fósforo orgánico (Norg, Corg, Porg) obtenidos de dos núcleos sedimentarios en la margen de Bahía Magdalena, indican que éstas han sido similares durante la etapa isotópica marina 2 (EIM2, 11.5-25 mil años), el último máximo glacial (UMG, 18-22 mil años), el holoceno tardío (HT, 3 mil años) y la época reciente. Sin embargo, las tasas de acumulación de ópalo biogénico (BSi) han sido relativamente más elevadas durante la EIM2 y UMG que durante el HT (Sánchez & Carriquiri 2007). Esto implica que, desde al menos hace 25 mil años, el sistema de vientos que favorecen el transporte de Ekman y los eventos de surgencia a lo largo de la costa de California y Baja California, han dado lugar a una elevada productividad primaria dominada por diatomeas (evidenciada por la elevada tasa promedio de C/N = 10 y la acumulación de ópalo biogénico). Estudios recientes de los niveles de concentración de clorofila muestran variaciones a lo largo del año, con valores mínimos de noviembre a marzo (<1.5 mg chl-*a* m-3) y concentraciones mayores de abril a julio (hasta 9.0 mg chl-*a* m-3) (Palomares-García et al. 2003, Rosales-Villa 2004, Rodríguez-Mata 2006). Sin embargo, hasta el momento aún no se han realizado estimaciones de la producción primaria medida *in situ* en el complejo lagunar.

Con base a este criterio se observa que la calidad del agua de Bahia Magdalena es excelente.

c) Situación de la fauna terrestre

De manera general la Península de Baja California es una región importante para las aves acuáticas, ya sea como lugar de anidación masiva para una diversidad de especies marinas o como lugar de descanso y alimentación para aves migratorias como anátidos y playeros (Massey & Palacios 1994, Howell 2001). Sin embargo, no se reportaron zonas de especial actividad para la fauna terrestre para el sitio del proyecto.

d) Situación de la vegetación

Bahía Magdalena, en términos generales, la región presenta una notable influencia marina, en donde la mayor parte del año predominan las temperaturas frescas con influencia de neblina. Lo anterior se debe a la incidencia de la corriente fría de california que caracteriza al litoral de estas latitudes.

La zona presenta particularidades propias de la región donde, además se presentan elementos que se ajustan para la descripción general del Matorral Sarcocaule. Cabe señalar que la región presenta una notable influencia marina, en donde la mayor parte del año predomina las temperaturas frescas con influencia de neblina. Lo anterior se debe a la incidencia de la corriente fría que caracteriza al litoral de estas latitudes.

Se localizó el "copalquín" *Pachycormus discolor* var. *veatchiana* especie endémica. Esta especie es característica del Matorral Sarcocaule aunque no se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y sin duda debería ser insertada ya que es endémica de la costa occidental de la Discontinuidad Llanos de La Magdalena.

e) Situación de la zona costera

El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas está incluido en la subprovincia geológica de Llanos de Magdalena (con ligera pendiente Este-Oeste fácilmente erosionable) adyacente a la subprovincia geológica de Sierras Volcánicas y Mesetas. La subducción y transformación de la falla Tosco-Abreojos a lo largo de la península de Baja California, ha formado las Islas de Magdalena y Margarita (Spencer & Normark 1979, Blake 1984, Ibarra-Obando 2001, Sedlock 2003).

Frente a Bahía Magdalena existe una plataforma continental estrecha que cambia abruptamente de 40 a 110 m de profundidad (Zaytsev et al. 2003, Gómez-Gutiérrez & Robinson 2006). En la boca de Bahía Magdalena existen formaciones rocosas de origen volcánico que sobresalen sobre los sedimentos, donde se desarrolla una fauna demersal diversa, de acuerdo con observaciones realizadas con cámaras submarinas (Robinson & Gómez-Gutiérrez observ pers). El fondo marino de la cuenca profunda de Bahía Magdalena está compuesta por roca volcánica y sedimentaria expuesta o ligeramente cubierta con sedimento reciente del cuaternario. Mientras que en el interior de Bahía Magdalena, las corrientes de marea tienen un efecto directo en la distribución de sedimentos y el fondo está formado por sedimentos muy finos (de limos a arena fina). En los últimos 80 mil años las depresiones fueron formadas a través de grandes extensiones costeras de la región, combinando procesos tectónicos, sedimentarios e hidrológicos (Lankford 1977). La elevación del nivel del mar en los últimos 20 mil años (Lambeck & Chappell 2001) posiblemente inundaron las depresiones y transformaron la geomorfología actual del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

El complejo lagunar este compuesto por lagunas de plataforma interna de barrera, protegidas por barras arenosas que se han desarrollado en los últimos 5000 años y por lagunas de tipo estructural tectónico caracterizadas por depresiones y barreras producidas por fallas tectónicas, levantamientos rocosos y/o vulcanismo (Lankford 1977). La laguna de Santo Domingo en la parte norte conocida como Zona de Canales y también la laguna al extremo sudeste de Bahía Almejas (Rancho Bueno), son depresiones costeras alineadas sobre la costa y protegidas del mar por barreras arenosas. En cambio, Bahía Magdalena y Bahía Almejas son lagunas de origen tectónico separadas del mar por una barrera formada por levantamientos rocosos. En relación a su edafología, el complejo lagunar tiene principalmente tres tipos de suelos: (1) suelos tipo Regosol que son comunes en zonas áridas, que se caracterizan por no presentar capas bien diferenciadas (estratificadas), y se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina como en playas y dunas y en mayor o menor grado, en las laderas de los cerros de las islas; (2) suelo tipo Yermosol caracterizado por una capa superficial de tonalidades claras y un subsuelo rico en arcilla; y (3) suelos tipo Solonetz (derivado de los vocablos rusos “sol” que significa sal y “etz” que es un sufijo indicador del superlativo) caracterizados por un alto contenido de sodio y magnesio asociado a terrenos llanos.

f) Situación de la fauna y flora acuática

La distribución de *Zostera marina* Linnaeus dentro del sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas ocurre en áreas someras (<10 m de profundidad) y la variación estacional de su biomasa indica que el ambiente es más favorable desde el invierno hasta principio del verano. La variación espaciotemporal en biomasa y densidad de haces se explica principalmente por los cambios en disponibilidad de luz y temperatura del agua, lo cual es consistente con la naturaleza subtropical del sistema lagunar Magdalena-Almejas, que además, es el límite sur de distribución latitudinal de esta especie. *Z. marina* tiene relaciones ecológicas importantes con diversas especies de invertebrados, peces y aves, algunas de las cuales son especies explotadas comercialmente y otras son especies clave para la conservación de la biodiversidad. *Z. marina* es sensible al impacto de diferentes actividades humanas, por lo que requiere de protección y prevención.

Por ser plantas superiores, presentan un sistema vegetativo compuesto de raíces, sistema vascular (rizoma) y hojas; lo que les permite tener una dinámica relevante en el reciclaje y almacenamiento de nutrientes, ya que pueden asimilar las sustancias nutritivas y liberar productos secundarios tanto por las hojas como por las raíces y rizomas.

La estructura de sus raíces y rizomas favorece la estabilización del sedimento y su follaje atenúa el efecto erosivo de las corrientes marinas y el oleaje, aumentando así la tasa de sedimentación. Además, proporcionan sustrato para el establecimiento de organismos epifitos, los cuales diversifican la estructura del hábitat y sustentan una diversa comunidad

biótica.

Macroalgas

Bahía Magdalena se clasifica dentro de una zona de transición subtropical y es considerada como un ecotono donde la inmigración y emigración de individuos y flujos de nutrientes (alóctonos y autóctonos) suceden a gran escala. La costa de las islas Magdalena y Margarita está formada principalmente por playas rocosas (metamórfica) y arenosa-pedregosa, con cantos rodados. En cambio, en su parte expuesta a la zona nerítica y cerca de las puntas de ambas islas, es principalmente de tipo rocoso que favorece el crecimiento de las macroalgas.

En el complejo lagunar, la vegetación marina proporciona un papel importante como hábitat y alimento de diversas especies de fauna. Por ejemplo, el abulón consume diferentes algas (eg., *Myriogramme crispata*, *Eisenia arborea*, *Padina*, *Polysiphonia*, *Rhodymenia* y el pasto *Phyllospadix torreyi* (Serviere-Zaragoza et al. 1998). La tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) consume *Caulerpa sertulariodes, Chondria nidifica, Codium amplivesiculatum, Gelidium robustum, Gracilaria pacifica, G. textororii, Laurencia pacifica, Sargassum sinicola, Ulva lactuca* y los pastos marinos *Phyllospadix torreyi* y *Zoostera marina.*

Los registros sobre vegetación marina en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas es de 279 especies de macroalgas y 3 fanerógamas. De las 279 macroalgas, 13.6% pertenecen a la División Chlorophyta, 14.7% a Phaeophyta y 71.7% a Rhodophyta. El menor número de registros se encontró en el cuerpo lagunar de Bahía Almejas (cinco especies) y el mayor en Isla Magdalena con 210 especies de macroalgas y 2 fanerógamas, en parte debido a diferencias del sustrato y el esfuerzo de investigación. Se confirma que Bahía Magdalena tiene una alta riqueza de especies. De las especies presentes en Bahía Magdalena, *Gelidium robustum, Chondrachantus canaliculatus* y *Gracilaria pacifica* se han explotado comercialmente en las costas de Baja California para la producción de agar o carragenanos. Los géneros *Eisenia* y *Sargassum* son los más estudiados desde el punto de vista químico y ecológico. Estos géneros representan un recurso susceptible de ser aprovechado, como fuente de alginatos, manitol, fucoidina, antibióticos, fertilizante, complemento alimenticio para aves, ganado, camarón en cultivo e incluso para alimentación humana. Se presenta el uso potencial de otras especies de valor comercial, susceptibles de ser explotadas a partir de poblaciones naturales o del desarrollo de maricultivos.

Manglares.

Los manglares son humedales costeros complejos y dinámicos, caracterizados por su alta productividad primaria, que pueden ser definidos como vegetación de forma arbórea y/ó arbustiva, con desarrollo de raíces aéreas y algún grado de viviparidad. Los manglares están adaptados a hábitats salinos, generalmente ausentes en sedimentos ricos en materia orgánica, con condiciones reductoras y anóxicas, que pueden estar sujetos a inundaciones periódicas

producidas por las mareas.

La cobertura, distribución, estructura forestal y variación temporal de los manglares de Bahía Magdalena-Almejas fueron evaluadas y se estimó una superficie de manglar superior a 17000 ha, que representan 70% de la cobertura total de manglar en Baja California Sur. De éstas, el 75% se ubicaron en Bahía Magdalena y 25% en Bahía Almejas. La clase manglar fue subclasificada como matorral, bosque mixto y bosque monoespecífico a partir de los datos de campo. El manglar tipo bosque incluye a la especie *Rhizophora mangle* y a *Laguncularia racemosa* como especie dominante, con densidades de 2339 a 5922 ind·ha^{-1} y área basal de 20.6 a 58.5 m2·ha^{-1}. El tipo matorral también incluye *Avicenia germinans* con densidades máximas de 30000 ind·ha^{-1}. Se estimó una reducción de manglares de más de 1500 ha entre 1990 y 2005, siendo la subclase matorral el componente más afectado, en tanto que el bosque monoespecífico mostró un incremento importante (48%). Se calculó una tasa media de deforestación anual de 0.55, aunque disminuyó a 0.15 anual evaluándola sólo para el estrato arbóreo. Los manglares de Bahía Magdalena-Almejas están sometidos a bajo impacto por actividades antropogénicas comparativamente con otras localidades de México.

La composición del fitoplancton está representada principalmente por el grupo de las diatomeas (Bacillariophyceae), y de los dinoflagelados (Dinophyceae) (Morquecho-Escamilla, L. 2005; Millán-Núñez *et al*. 2004, Millán-Núñez *et al*.1987 y Gaxiola-Castro *et al*. 1987).

En un estudio realizado entre 2008 y 2009, se observó que la productividad primaria (PP) en la columna de agua frente a Bahía Magdalena mostró dos etapas temporales bien definidas. Los valores del PP fueron bajos de septiembre a febrero y altos de marzo a junio. Esta variabilidad está relacionada con la intensidad de las surgencias costeras, que inyectan nutrientes a la zona eufótica, favoreciendo el crecimiento del fitoplancton. Durante los períodos de alta intensidad de surgencias (>125 $m^3\ s^{-1}$ por 100 m de línea de costa), la PP aumentó significativamente. Las surgencias costeras son un fenómeno clave que modula los niveles del PP en la región. Estas surgencias promueven la mezcla vertical de la columna de agua, lo que aumenta la disponibilidad de nutrientes como nitratos, fosfatos y silicatos, esenciales para el fitoplancton. Se encontró una correlación positiva ($r = 0.74$, $p < 0.05$) entre la intensidad de las surgencias y los niveles del PP. La concentración de pigmentos fotosintéticos, como la clorofila a, también varió estacionalmente. Las concentraciones más bajas se registraron durante la estratificación térmica (etapa de estratificación), mientras que las más altas ocurrieron durante la mezcla vertical, asociada a las surgencias costeras. Esto sugiere que las surgencias no solo aumentan la PP, sino también la biomasa fitoplanctónica. Un estudio de 2018 confirmó la variabilidad temporal de la biomasa fitoplanctónica y las tasas de producción primaria en la zona. Se observó que las condiciones hidrográficas, como la temperatura y la salinidad, junto con la disponibilidad de nutrientes, son determinantes en la respuesta del fitoplancton. Este estudio también destacó la importancia de las surgencias costeras en la dinámica ecológica de la

región.

En enero de 2024, se detectaron géneros de microalgas como Chaetoceros sp, Pseudo-nitzschia sp y Gymnodinium sp en Bahía Magdalena. Estas especies pueden ser nocivas, especialmente Pseudo-nitzschia, que produce toxinas amnésicas (ASP) que afectan a moluscos bivalvos y, por ende, a la salud humana si se consumen mariscos contaminados.

Gymnodinium catenatum, una especie tóxica que produce toxinas paralizantes (PSP), también ha sido reportada en la región. Esta especie es responsable de eventos de Marea Roja que han causado mortandades masivas de peces y moluscos, así como pérdidas económicas significativas

Las microalgas nocivas pueden agotar el oxígeno disuelto en el agua, generando condiciones de hipoxia que afectan a la fauna marina. Además, algunas especies producen biotoxinas que se acumulan en moluscos bivalvos, como almejas y ostiones, lo que representa un riesgo para la salud humana al consumir estos productos.

En 2019, un evento de Marea Roja en Bahía Magdalena causó la pérdida de cultivos de ostiones, afectando gravemente a los productores locales. Este tipo de eventos ha aumentado en frecuencia e intensidad en las últimas décadas, posiblemente debido al cambio climático y a la contaminación por nutrientes

La **Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS)** y el **Sistema de Alerta Temprana de Florecimientos Algales Nocivos (SiAT)** realizan monitoreos constantes en Bahía Magdalena para detectar la presencia de microalgas nocivas. Se han establecido estaciones de monitoreo en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, donde se analizan muestras de agua y fitoplancton.

Con respecto a la fauna acuática, el necton registró 8 especies de peces y una especie de una pequeña langosta del género *Panulirus*). Desde el punto de vista ictiofaunístico, se considera que se registró el 26.7 % de la riqueza de la bahía, lo más probable es que el valor estimado no sea muy realista. Numéricamente la especie más abundante fue el ateríinido *Atherinops affinis*, que habitualmente forma grandes cardúmenes, con el 65.8%.

El valor de diversidad del necton fue de 1.4823 bits/ind, valor que puede considerarse medio.

Las especies susceptibles de pesca ribereña son: Moluscos: Almeja catarina (*Argopecten ventricosus*): Una de las especies más importantes, aunque su pesca ha enfrentado vedas debido a la sobreexplotación. Almeja pata de mula (*Anadara tuberculosa*): Especie clave en la pesca ribereña, con tendencias positivas en sus capturas en los últimos años. Almeja chocolata (*Megapitaria squalida*): Otra especie de importancia comercial, aunque también afectada por la pesca intensiva. Callo de hacha (*Pinna rugosa* y *Atrina maura*): Molusco bivalvo de alto valor comercial, cuya pesca ha sido regulada debido a su disminución.

Crustáceos: Camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y camarón café (*Penaeus californiensis*): Especies de camarón de gran importancia socioeconómica, aunque con tendencias negativas en sus capturas. Jaiba verde (*Callinectes bellicosus*): Crustáceo común en la pesca ribereña, utilizado tanto para consumo local como para exportación.

Peces: Escama (peces diversos): Incluye especies como corvinas, meros y lenguados, que son capturados tanto para consumo local como para mercados regionales. Lisa (*Mugil spp.*): Pez común en la pesca ribereña, utilizado principalmente para consumo local. Tiburones: Aunque su pesca está regulada, algunas especies de tiburones son capturadas en la región.

Cefalópodos: Calamar: Especie de importancia comercial, especialmente en la pesca ribereña e industrial.

Otros invertebrados: Caracol chino (*Hexaplex nigritus* y *Phyllonotus erythrostomus*): Molusco gasterópodo de importancia comercial, con tendencias positivas en sus capturas. Pulpo: Especie de alto valor comercial, capturada tanto para mercados locales como internacionales.

Contexto y regulaciones

La pesca ribereña en Bahía Magdalena está sujeta a regulaciones como vedas temporales para proteger especies sobreexplotadas, como la almeja catarina y el callo de hacha. Además, las interacciones entre las diferentes pesquerías y los impactos ambientales, como los fenómenos de El Niño y La Niña, influyen en la disponibilidad de estas especies.

Importancia socioeconómica

Estas especies son fundamentales para la economía local, ya que generan empleo y sustento para las comunidades costeras. Por ejemplo, en Puerto San Carlos, la pesca ribereña representa una parte significativa de los ingresos de la población.

En resumen, las especies susceptibles de pesca ribereña en Bahía Magdalena incluyen una diversidad de moluscos, crustáceos, peces y cefalópodos, cuya explotación está regulada para garantizar su sostenibilidad

g) Situación del paisaje

La calidad del paisaje tiene como elementos importantes la vegetación y la zona costera, dada su función estética dentro del sistema, éstos se encuentran alterados en el área de estudio, especialmente en el área del proyecto, por las actividades pesqueras, se ha generado remoción de ejemplares, y afectaciones por descargas de residuales y trazo de accesos. Estas condiciones han afectado la calidad visual en el área, resulta determinantes las interacciones que tiene este componente con los componentes socioeconómicos, como empleo, y actividades productivas, así como la inversión en la zona. La zona tiene en la actualidad una calidad visual media.

h) Actividades productivas

La Región Económica a la que pertenece el Municipio de Comondú, así como las localidades de La Palizada y López Mateos, pertenecen al área geográfica “A, considerada entre las más caras del país, así como donde se remunera mejor el trabajo asalariado.

En el municipio de Comondú hay agricultura principalmente de fríjol, jitomate, chile, melón, alfalfa, naranja, espárrago, mango e higo. En cuanto a la actividad ganadera en el Municipio de Comondu, se observa que el ganado bovino representa el mayor porcentaje de cabezas reportadas, que junto con la crianza de ganado caprino generan la mayor parte de las utilidades.

El principal tipo de actividad que se realiza en la zona es la pesca ribereña, siendo las principales especies que manejan: abulón, langosta, escama, pepino de mar y caracol, productos que permiten la operación y funcionamiento de la figura productiva que opera en la zona debido a los grandes volúmenes de captura.

La comunidad de López Mateos está íntimamente ligada a la actividad pesquera, siendo la principal fuente de empleo de los habitantes de la zona. Como actividad económica la pesca aporta el mayor porcentaje de los ingresos (63.2%), en un mismo nivel de porcentaje (10.5%) son dueños de un comercio o trabajan por su cuenta y el 15.8% se dedican a las labores del hogar.

Específicamente en Puerto Adolfo López mateos, no existen polos de desarrollos diferentes al pesquero, por lo tanto, la actividad pesquera, en la fase de captura proporciona la principal fuente de sustento económico para sus habitantes.

Las áreas en las que la Unión realiza sus actividades pesqueras están perfectamente delimitadas, por lo que no existe ningún tipo de conflicto o enfrentamiento entre esta y otras, cabe señalar que la Unión cuenta con permisos de pesca específicos para las especies que tienen autorización a capturar. Existe una desarticulación de las unidades productivas de la localidad materia de comercialización, por lo que se presenta competencia entre ellas.

Los índices de producción de abulón y langosta se han visto abatidos a lo largo la vida de la Unión, por lo que se han implementado vedas muy estrictas, se han reducido los volúmenes de captura al mismo tiempo que se han construido laboratorios de producción de semillas de abulón específicamente y se han implementado planes de manejo y repoblamiento, sin embargo, los bancos de abulón se recuperan muy lentamente.

En lo que se refiere a la producción de langosta actualmente se observa una pequeña recuperación de los bancos. Los pescadores no cuentan con una infraestructura para realizar sus actividades específicamente para el proceso de arribo y varado de embarcaciones de forma segura y oportuna, lo que representa retrasos, así como la generación de gastos extra por

concepto de mantenimiento y reparación de las embarcaciones.

En la localidad de La Palizada no se cuenta con infraestructura de procesos, no existen canales ni dársenas, no existen obras de infraestructura pesquera, ni existen obras de protección. Existe un terraplén en donde llegan las embarcaciones, en donde son descargadas o varadas. Sin embargo, todos los procesos industriales se realizan en San Carlo y algunos en López Mateos, en donde en donde existen planta de procesamiento en donde se cuentan con un sistema de transformación integral de materias primas dentro de su planta de producción llevando a cabo básicamente dos procesos: el enlatado específicamente para ostión almeja, caracol, además de contar con líneas de congelación en frío para langosta, escama, caracol, y conservación en hielo para pepino de mar.

En general la principal problemática que se presenta en el área es que los pescadores no cuentan con una infraestructura que les permita realizar sus actividades específicamente en el momento de arribo y varado de sus embarcaciones de forma segura y oportuna, lo que representa retrasos o la imposibilidad de salir a pescar.

i) Compatibilidad de usos de suelo

De acuerdo con información proporcionada por el Registro Agrario Nacional (RAN), Delegación en Baja California Sur, el sitio seleccionado para el desarrollo de las obras se encuentra dentro de los terrenos de uso común pertenecientes al Nuevo Centro de Población Revolución de 1910.

Se consultaron instrumentos jurídicos aplicables en materia de uso de suelo (Plan Estatal de Desarrollo de Baja California Sur 2015-2021, Gobierno del Estado de Baja California Sur, Plan Municipal de Desarrollo Municipio de Comondú, Decreto del área natural protegida Islas del Pacifico de la Península de Baja California.).

La implementación de este proyecto no se contrapone con las estrategias definidas en el Plan de Desarrollo Estatal y municipal ya que, su establecimiento se hará sobre las bases de este estudio de impacto ambiental, buscando así minimizar y mitigar los impactos ambientales que pudieran generar su establecimiento y operación. Asimismo, su operación, viene a contribuir al mejoramiento acuícola de la población dedicada a la actividad pesquera, actividad considerada dentro de las líneas estratégicas del Plan para fortalecer y modernizar el sector pesquero de Baja California Sur.

j) Calidad de vida

Esta zona está considerada como una de las que ofrece, buena calidad de vida en BCS. El Consejo Nacional de Población (CONAPO) reporta para la zona de estudio en 2010 un índice de pobreza o marginación de Muy Bajo.

Elaboración del listado de factores y componentes

Para la descripción del sistema se utilizaron los componentes y sus indicadores.

El sistema ambiental se caracterizó en dos subsistemas (natural y socioeconómico), con 13 factores y 26 componentes como se indica en la **Tabla 33**)

Tabla 32. Componentes identificados en el sistema ambiental "Bahía Magdalena".

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Indicador
Bahía magdalena	Natural	Clima	Régimen de vientos	Dirección, intensidad y velocidad
			Calidad del aire	Partículas suspendidas
		Geología	Sismicidad	Clasificación sísmica de la zona
			Geología estructural	Presencia de fallas
		Geomorfología	Topoformas	Pendiente
		Suelo	Estabilidad edáfica	Cohesividad
		Hidrología superficial	Red de drenaje	Clasificación por orden
			Calidad del agua	ICA
		Condiciones oceanográficas	Corrientes	Velocidad y dirección
			Calidad del agua	Concentraciones (criterios ecológicos SEDUE 1989)
			Dinámica costera	Transporte de litoral
			Fondo marino	Cobertura
		Biota terrestre	Especies comerciales terrestre	# de especies comerciales de flora y fauna
			Composición	Diversidad
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Biota marina	Especies comerciales marinas	# de especies comerciales
			Composición	Diversidad
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Paisaje	Calidad	Calidad visual
	Socioeconómico	Social	Uso del suelo	# de actividades productivas
			Servicios públicos, seguridad y salud	% de cobertura (electricidad, agua potable, etc.)
			Empleo	% de demanda
			Calidad de vida	Índice de pobreza
		Cultural	Sitios de interés cultural	# de reportes de áreas arqueológicas
		Económico	Crecimiento económico	PIB municipal/PIB estatal
			Ingreso per cápita	Pesos/mes

Tabla 33. Factores y componentes relevantes e importantes del sistema Bahía Magdalena. De los 14 factores y 33 componentes analizados, 20 de los componentes se calificaron como relevantes y 13 importantes.

Sistema	Subsistema	Factor	Componente	Indicador	Clasificación
Bahía magdalena	Natural	Clima	Régimen de vientos	Dirección, intensidad y velocidad	1
			Calidad del aire	Partículas suspendidas	2
		Geología	Sismicidad	Clasificación sísmica de la zona	1
			Geología estructural	Presencia de fallas	1
		Geomorfología	Topoformas	Pendiente	1
		Suelo	Estabilidad edáfica	Cohesividad	1
		Hidrología superficial	Red de drenaje	Clasificación por orden	1
			Calidad del agua	ICA	2
		Condiciones oceanográficas	Corrientes	Velocidad y direccion	1
			Calidad del agua	Concentraciones (criterios ecológicos SEDUE 1989)	2
			Dinámica costera	Transporte de litoral	2
			Fondo marino	Cobertura	2
		Biota terrestre	Especies terrestre	# de especies de flora y fauna	1
			Composición	Diversidad	1
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
		Biota marina	Especies marinas	# de especies	2
			Composición	Diversidad	2
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
		Paisaje	Calidad	Calidad visual	2
	Socioeconómico	Social	Uso del suelo	# de actividades productivas	2
			Servicios públicos, seguridad y salud	% de cobertura (electricidad, agua potable, etc.)	1
			Empleo	% de demanda	1
			Calidad de vida	Índice de pobreza	2
		Cultural	Sitios de interés cultural	# de reportes de áreas arqueológicas	1
		Económico	Crecimiento económico	PIB municipal/PIB estatal	2
			Ingreso per cápita	Pesos/mes	1

Descripción del estado del sistema (Diagnóstico)

Conclusiones

El aprovechamiento actual y potencial de los recursos naturales son ejercidas principalmente por el sector primario y especialmente la pesca, por lo que el componente factor de

condiciones oceánicas es muy sensible con respecto a su aprovechamiento de los recursos, así como la caracterización de la actividad pesquera.

Desde el punto de vista de sistema costero, de acuerdo con la información presentada, resulta importante tener en cuenta para la ejecución del proyecto de infraestructura pesquera, los siguientes aspectos bióticos y físicos:

- El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas es uno de los ecosistemas lagunares con mayor biodiversidad y atractivo ecoturístico y pesquero en el Estado de Baja California Sur, México.
- No existen polos de desarrollos diferentes al pesquero, por lo tanto, la actividad pesquera, en la fase de captura proporciona la principal fuente de sustento económico para los habitantes de la población de San Carlos y López Mateos, BCS.
- Aunque no existen estudios específicos realizados en este sitio o áreas aledañas, las características del estero San Vicente y áreas cercanas no son propicias para albergar una comunidad con una gran diversidad de aves, además de que no representa un hábitat. Sin embargo, toda vez que la península es un sitio importante de hibernación para muchas aves, es esperable que el número de especies se incremente en los meses de invierno (noviembre a febrero), principalmente por la presencia de aves playeras, por lo que sería importante conocer la abundancia y riqueza de especies máxima que puede albergar este sitio y sus alrededores.
- Dadas las características de vocación pesquera de la zona, el estatus en el que se encuentra la productividad primaria (fitoplancton) es importante. Hasta ahora se ha reportado que en la costa occidental de Baja California Sur la abundancia fitoplanctónica es muy variable, lo que sugiere heterogeneidad temporal y una homogeneidad a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur. Los valores mínimos de abundancia fitoplanctónica se registran en invierno, seguido de un ligero aumento en primavera, hasta alcanzar los máximos en verano, para finalmente descender en otoño, a niveles similares a los de primavera.
- La composición del fitoplancton está representada principalmente por el grupo de las diatomeas (Bacillariophyceae), y de los dinoflagelados (Dinophyceae).
- De acuerdo a los registros de especies obtenidos existe una clara dominancia por el volumen obtenido de moluscos bivalvos respecto al resto de las especies pesqueras aprovechadas, de ahí que las fluctuaciones en la captura de la misma provocan cambios en el comportamiento general de la captura total para la zona.
- La temporalidad de pesca por especie está regida por las vedas reguladas por las autoridades correspondientes, sin embargo, estas se adaptan perfectamente a las

actividades y número de equipos que existen en la zona, ya que cuando termina la veda de una especie, inicia la veda correspondiente a otra, lo que permite que la población que se dedica a las pesquerías tenga trabajo todo el año.

La principal problemática del subsistema socioeconómico en la zona es el deterioro ambiental del complejo lagunar, tiene un componente originado por los escasos recursos sanitarios de la población, debido a que actualmente no cuentan con una planta de aguas residuales ni red de drenaje. No obstante, en el año 2007 el Gobierno del Estado de Baja California Sur, programó una significativa inversión económica para la construcción de la red sanitaria y lagunas de oxidación para reducir el aporte de aguas negras a la bahía. Otro riesgo potencial para la salud de la población y el ecosistema son los tiraderos de basura al aire libre y de aquellos productos del desecho de los recursos marinos explotados a lo largo de sus costas, playas y zonas de manglar. Otros problemas relevantes son; la pesca furtiva de especies protegidas (tortuga marina y almeja generosa), la pesca durante los periodos de veda (camarón y almeja catarina) y la captura de ejemplares por debajo de la talla legal mínima (sardinas y langostas).

Por otro lado, el uso de redes agalleras y de arrastre tipo chango (ilegales, pero lamentablemente en uso frecuente debido a la falta de vigilancia oficial), tienen un impacto destructivo en los fondos arenosos del ecosistema bentónico y demersal del complejo lagunar que son particularmente frágiles debido a su relativamente largo periodo de recuperación a este tipo de perturbación. Asimismo, la navegación de buques en los cuatro puertos marítimos (Puerto San Carlos, Adolfo López Mateos, Puerto Cortés y Puerto Alcatraz) son centros potenciales de dispersión de especies exógenas de carácter invasivo, producto del intercambio del agua de lastre que puede contener fauna y flora exótica.

El SABM se puede clasificar como un sistema costero, con rasgos de actividad antropogénica aledaña, con efectos de borde por su potencial de uso de suelo para actividades productivas pesqueras principalmente y habitacionales. Se trata de una zona con un reducido grado de perturbación.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identificarán, evaluarán y valorarán los impactos ambientales que serán generados en cada una de las etapas del proyecto.

V.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales

La metodología seguida tanto para la evaluación del impacto ambiental como la valoración cuantitativa de impactos para el presente trabajo, se enmarcó en lo especificado por la Guía para desarrollar una manifestación de impacto ambiental modalidad particular. Se realizó en tres fases principales:

V.1.1. Indicadores de impacto

1. Identificación de impactos: Esta fase incluye la identificación de las fuentes generadoras de impactos y selección de los indicadores ambientales. Revisión del capítulo II de este documento para identificar y elaborar un listado de las actividades más relevantes a ejecutarse durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, que puedan generar un impacto al medio ambiente.

Posteriormente se analizó la información del capítulo IV de esta Manifestación, en particular se revisó la información del diagnóstico para identificar los impactos existentes en los componentes ambientales. Mediante un diagrama de flujo se identificaron los efectos directos e indirectos. Se le asignó un valor de importancia a cada componente (indicador ambiental) que tuviera interrelación con el proyecto, que sirviera para darle un valor cuantitativo a los impactos identificados.

Esto se definió tomando en cuenta el estado de conservación, calidad basal, representatividad y abundancia de los componentes en el área de estudio. El grado de importancia se definió en función a la magnitud de la alteración del componente ambiental y a la incidencia que las actividades de proyecto podrían ejercer sobre los mismos. La valoración de los componentes ambientales se realizó siguiendo los criterios que se enlistan en la **Tabla 34**.

Después de la calificación del componente se realizó una selección de indicadores de impacto. Posteriormente, estos indicadores y las actividades del proyecto fueron integrados en una matriz de Leopold modificada para discutir el tipo de interrelación positiva, negativa, directa o indirecta que se generaría con la implementación del proyecto.

Durante la identificación de los impactos, estos se caracterizaron con signo negativo (-) o positivo (+), y la casilla de un color diferenciado para las interrelaciones directas o indirectas según sea el efecto identificado. Este proceso se repitió para todas y cada una de las actividades y acciones del proyecto.

Tabla 34. Valoración cualitativa de los componentes ambientales.

Concepto	Descripción	Valor ambiental
Importancia Mayor (**CRÍTICO**)	▪ Cuando el componente ambiental no ha sido intervenido o sus condiciones hacen que los impactos sean muy significativos. ▪ Cuando en el sitio se encuentren especies en estatus de protección, el sitio es un área de interés (zona arqueológica, área natural protegida). ▪ El componente sea de alto interés para el proyecto.	3
Importancia Moderada (**RELEVANTE**)	▪ Cuando el componente ambiental ha sufrido alguna modificación. ▪ El proyecto puede aumentar su degradación.	2
Importancia Menor (**IMPORTANTE**)	▪ Cuando el componente ambiental ha sufrido modificación considerable, pérdida de hábitat primario. ▪ El proyecto no tendrá mayor incidencia en el mismo.	1
Sin importancia	▪ Cuando el componente ambiental está completamente intervenido. ▪ El proyecto no tiene incidencia sobre la degradación del medio.	0

2. **Predicción de impactos:** esta fase incluye la descripción y clasificación de los impactos ambientales que se pueden manifestar durante las diferentes fases del proyecto. Una vez identificados los impactos potenciales, se procedió a describirlos y a clasificarlos siguiendo los criterios detallados en la **Tabla 35** y con apoyo de la técnica de sobre posición de mapas con la finalidad de visualizar y cuantificar la magnitud y el radio de acción de los impactos en el área de influencia del proyecto. Posteriormente se procedió a construir el escenario modificado por el proyecto, utilizando el análisis de expertos.

Tabla 35. Criterios de clasificación de impactos.

Criterio	Clasificación	Definición
Por el Carácter	Positiva	Significan beneficios ambientales.
	Negativa	Implica un deterioro o daño del componente o del ambiente global.
Por la relación causa efecto	Directo	Son aquellos efectos que causa la acción o actividad y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar que ésta.
	Indirecto	Son los cambios adicionales que pudieran ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción o actividad.
Por el momento en que se manifiestan	Latente	Aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca.
	Inmediato	Aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.
	Momento crítico:	Aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto independiente de su plazo de manifestación.

Criterio	Clasificación	Definición
Por la interrelación de acciones y alteraciones	Simple	Se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones.
	Acumulativo	Son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a las acciones pasadas, presentes o razonablemente esperadas en el futuro.
	Sinérgico	Son aquellos que se producen cuando la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental.
Por la extensión	Puntual	Cuando el área afectada se circunscribe al predio del proyecto.
	Local	Cuando el área afectada se circunscribe al área de estudio del proyecto.
	Regional	Cuando el área alterada sobrepasa el área de estudio al predio del proyecto.
Por su Magnitud	Leve o compatible	El grado de alteración es bajo y la condición basal se mantiene.
	Moderada	Se pronostica que los efectos están considerablemente por encima de las condiciones típicas existentes, pero sin exceder los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios en los parámetros ambientales bajo los rangos de la variabilidad natural o tolerancia social.
	Alta	El grado de alteración rebasa los rangos aceptables.
Por la permanencia	Temporal	Cuando los efectos de la acción considerada son absorbidos por el Sistema de modo tal que retorna por sí solo a una situación igual o similar a la anterior.
	Permanente	Cuando los efectos de la acción considerada persisten en el tiempo debido a que el Sistema no retorna a la situación anterior al impacto.
Por la viabilidad de implementar medidas de mitigación	Mitigable	Cuando es técnica y económicamente posible implementar medidas efectivas que permitan al sistema afectado retornar en el corto o mediano plazo a una situación igual o compatible con la preexistente.
	No mitigable	Cuando no es factible técnica y económicamente implementar medidas de modo tal que el sistema retorne a una situación igual o compatible con la preexistente.

3. **Evaluación de impactos:** en esta fase se realiza la calificación ambiental de cada uno de los impactos. Las interacciones resultantes entre actividades de proyecto y componentes ambientales fueron evaluadas con base en la experiencia y opinión de expertos.

   Para la valoración numérica se utilizó una formula (Golder Associates 2000) donde se incluyeron los criterios (ver **Tabla 36**), a los cuales se les asignó un valor numérico, lo cual permitió hacer comparaciones y nos sirvió para determinar la importancia y jerarquizar los diferentes impactos. La clasificación ambiental para cada impacto (CA) se determinó por la siguiente fórmula:

Tabla 36. Criterios de evaluación de impactos (valoración cuantitativa).

Criterio	Evaluación	Descripción	Valor
Carácter (C)	Positiva	Beneficio para el factor o componente.	1
	Negativa	Perjuicio para el factor o componente.	-1
Riesgo (R)	Baja	Ocurrencia improbable.	1
	Medio	Baja probabilidad de ocurrencia.	2
	Alto	Posible o probable.	3
	Muy alto	Ocurrencia inminente.	4
Extensión (E)	Puntual	Cuando el área afectada se circunscribe al predio del proyecto.	1
	Local	Cuando el área afectada se circunscribe al área de estudio del proyecto.	2
	Regional	Cuando el área alterada sobrepasa el área de estudio del proyecto.	3
Intensidad (I)	Leve	El grado de alteración es bajo.	1
	Moderada	Se pronostica que los efectos no exceden los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios bajo los rangos de la variabilidad natural.	2
	Alta	Los efectos exceden los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios más altos que la variabilidad natural.	3
Duración (D)	Temporal	Desaparecen los efectos al cesar la actividad.	1
	Permanente	No desaparecen los efectos al terminar la actividad.	2
Valor cualitativo ambiental (S)	Bajo	Cuando el componente ambiental ha sufrido modificación considerable. El proyecto no tiene incidencia sobre la degradación del medio.	1
	Moderado	Cuando el componente ambiental ha sufrido alguna modificación. El proyecto puede aumentar el grado de alteración.	2
	Mayor	Cuando el componente ambiental no ha sido intervenido o sus condiciones hacen que los impactos sean muy significativos.	3

CA = C * P * (R + E + I + D + S).

Donde P, corresponde a la asignación del peso (en un rango del 0.1 al 1) asignado a cada indicador evaluado por opinión experta de especialistas con experiencia tanto en el área de estudio como en la ejecución de proyectos similares.

Los impactos ambientales valorados para los componentes ambientales en los cuales se identificó algún tipo de interacción se evaluaron de acuerdo con los criterios de importancia utilizando los rangos de valor que se muestran en la **Tabla 37** y fueron descritos en una Matriz.

A los impactos ambientales calificados para todos los componentes ambientales se les determinó su significancia, de acuerdo con los rangos de valor que se muestran en la **Tabla 38** y fueron descritos en una matriz.

En general un impacto se calificó como significativo o altamente significativo cuando estuvo involucrado un componente ambiental de importancia mayor, y cuando el efecto sobre él es irrecuperable y cubre una extensión amplia.

Tabla 37. Rangos de valor de importancia.

Rangos de valor	Significancia	Código
0 a 5	Positivo no significativo	**Azul claro**
5.1 a 15	Positivo significativo	**Azul**
-5 a 0	Negativo no significativo	**Amarillo**
-10 a -5.1	Negativo significativo	**Rosa**
-15 a -10,1	Negativo altamente significativo	**Rojo**

V.2. Resultados

V.2.1. Identificación de impactos

Las actividades asociadas con el proyecto son las típicas o similares actividades de construcción y operación de un proyecto de explotación de un banco de material. En la **Tabla 38** se incluyen las actividades del proyecto que podrían ocasionar impactos ambientales.

Tabla 38. Listado de acciones y actividades del Proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio y construcción	▪ Contratación de mano de obra. ▪ Transporte de insumos, equipo, materiales y personal. ▪ Armado e instalaciones de artes de cultivo. ▪ Generación y disposición de residuos.
Operación y mantenimiento	▪ Contratación de mano de obra. ▪ Transporte de insumos, equipo, materiales y personal. ▪ Colocación de domos y siembra. ▪ Monitoreo de calidad del agua. ▪ Generación y disposición de residuos. ▪ Cosecha. ▪ Vigilancia. ▪ Mantenimiento de artes de cultivo.
Cierre y abandono	▪ Contratación de mano de obra. ▪ Transporte de insumos, equipo, materiales y personal. ▪ Desmantelamiento y retiro de artes de cultivo. ▪ Generación y disposición de residuos

En la **Tabla 39**, se muestra el valor ambiental del componente la cual estuvo definido en función de su calidad basal y su interrelación con el Proyecto acuícola. Asimismo, se incluye el listado de componentes e indicadores ambientales.

Tabla 39. Listado de componentes e indicadores de impacto ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTOR	COMPONENTE	INDICADOR	CLASIFICACIÓN
PUNTA EUGENIA	NATURAL	CLIMA	Regimen de vientos	Dirección, intensidad y velocidad	1
			Calidad del aire	Particulas suspendidas	2
		GEOLOGÍA	Sismicidad	Clasificación sismica de la zona	1
			Geología estructural	Presencia de fallas	1
		GEOMORFOLOGÍA	Topoformas	Pendiente	1
		SUELO	Estabilidad edáfica	Cohesividad	1
		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Red de drenaje	Clasificación por orden	1
			Calidad del agua	ICA	2
		CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Corrientes	Velocidad y Direccion	1
			Calidad del agua	Concentraciones (criterios ecológicos SEDUE 1989)	2
			Dinámica costera	Transporte de litoral	2
			Fondo marino	Cobertura	2
		BIOTA TERRESTRE	Especies comerciales terrestre	# de especies comerciales de flora y fauna	1
			Composición	Diversidad	1
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
		BIOTA MARINA	Especies comerciales marinas	# de especies comerciales	2
			Composición	Diversidad	2
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
		PAISAJE	Calidad	Calidad visual	2
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	# de actividades productivas	2
			Servicios públicos, seguridad y salud	% de cobertura (electricidad, aguapotable, etc)	1
			Empleo	% de demanda	1
			Calidad de vida	Índice de pobreza	2
		CULTURAL	Sitios de interés cultural	# de reportes de áreas arqueológicas	1
		ECONÓMICO	Crecimiento económico	PIB municipal/PIB estatal	2
			Ingreso per cápita	Pesos/mes	1

En la **Tabla 40** donde se muestra la matriz de Leopold modificada (causa efecto), se identifican las interacciones (positivas o negativa), así como los impactos directos e indirectos derivados de las diferentes acciones y/o actividades del proyecto. En total se identificaron 34 interacciones (16 negativas y 18 positivas; 25 directas y 9 indirectas). En esta tabla se puede observar, que tanto las interacciones negativas como los impactos directos se restringen en su mayoría sobre el medio abiótico (calidad del agua y cobertura del fondo marino).

Los positivos en su mayoría son sobre los aspectos socioeconómicos (crecimiento económico e ingreso per cápita), durante las etapas de construcción, operación del Proyecto y abandono del sitio.

Tabla 40. Matriz de interacciones de Leopold.

SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTOR	COMPONENTE	ACTIVIDADES / INDICADOR	CLASIFICACIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO					OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
						Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Buceos de inspeccion	Preparacion del sitio	Generación y disposición de residuos.	Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Actividades de clareo	Monitoreo de la calidad del agua	Generación y disposición de residuos.	Construccion de instalaciones	Vigilancia	Mantenimiento de estructuras
BAHIA MAGDALENA	NATURAL	CLIMA	Regimen de vientos	Dirección, intensidad y velocidad	1													
			Calidad del aire	Particulas suspendidas y gases de combustión	2		-1					-1						
		GEOLOGÍA	Sismicidad	Clasificación sismica de la zona	1													
			Geología estructural	Presencia de fallas	1													
		GEOMORFOLOGÍA	Topoformas	Pendiente	1													
		SUELO	Estabilidad edáfica	Cohesividad	1													
		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Red de drenaje	Clasificación por orden	1													
			Calidad del agua	ICA	2													
		CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Corrientes	Direccion y velocidad	1													
			Calidad del agua	Concentraciones (criterios ecológicos SEDUE 1989)	2				-1	-1				1	-1			
			Dinámica costera	Transporte de litoral	2													
			Fondo marino	Cobertura	2				-1				-1			-1		-1
		BIOTA TERRESTRE	Especies comerciales terrestre	# de especies comerciales de flora y fauna	1													
			Composición	Diversidad	1													
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2		-1	1				-1						
		BIOTA MARINA	Especies marinas	# de especies	2								1				1	
			Composición	Diversidad	2								1					
			Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2				-1									
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	# de actividades productivas	2								1					
			Servicios públicos, seguridad y salud	% de cobertura (electricidad, aguapotable, etc)	1													
			Empleo	% de demanda	1	1					1							
			Calidad de vida	Índice de pobreza	2	1					1							
		CULTURAL	Sitios de interés cultural	# de reportes de áreas arqueológicas	1													
		ECONÓMICO	Crecimiento económico	PIB municipal/PIB estatal	2	1					1							
			Ingreso per cápita	Pesos/mes	1	1					1							

1		Importante
2		Relevante
3		Crítico

1	Positivo
-1	Negativo

DIRECTO
INDIRECTO

V.2.2. Descripción de impactos

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

A) AIRE

Calidad del aire

Durante esta etapa la calidad del aire se verá modificada por:

- **Emisión de gases** de combustión de escape por la circulación de vehículos, en particular los que se utilizarán para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal. Generalmente estos gases son dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.
- **Partículas suspendidas** por efecto de la circulación del vehículo por los caminos de terracería que transportarán los insumos, equipo, materiales y personal.

Estas actividades resultarán en un cambio muy temporal de la calidad del aire del área de trabajo, es decir muy local. Los impactos se van a terminar una vez cese la actividad trasporte.

Este impacto es directo, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y temporal.

B) CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua se verá modificada por:

- **Aporte de sedimentos** por la fijación de las artes de cultivo en el fondo marino.
- **Derrames de líquidos y desechos sólidos** por la posible generación de y disposición de residuos.

Sin embargo, estos impactos son prevenibles. Si se llegaran a presentar serían *Directos negativos, inmediato o latente, simple, leve, puntual y temporal*.

Cobertura del fondo marino

Durante la preparación del sitio la cobertura del fondo marino se verá modificada por:

- La instalación de los domos de protección de la siembra de almeja generosa y cercos para los organismos bentónicos, así como los sistemas de anclaje de las demás artes de cultivo. Al colocarse estos artefactos, modificarán la cobertura natural del fondo marino.

Este impacto es directo, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y permanente.

C) BIOTA TERRESTRE

Especies protegidas / endémicas

Existe la probabilidad que especies protegidas y/o endémicas como víboras de cascabel o lagartijas, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueda verse afectada por:

- **El movimiento de vehículos terrestres** para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal.

Este impacto es considerado *directo, negativos, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal*. Pero con medida de prevención.

A) BIOTA MARINA

Especies protegidas / endémicas

Existe la probabilidad que especies protegidas y/o endémicas como poliquetos y caracoles, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueda verse afectada por:

- **El anclaje de las líneas "Long Line", rack, camas** y domos de protección de la siembra de almeja generosa puede generar la eliminación de especies protegidas.

Este impacto es directo, negativos, latente, acumulativo, moderado, local y temporal. Pero con medida de prevención.

B) FACTOR SOCIAL

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente 10 empleados de mano de obra calificada y no calificada. El número de empleos que se generará disminuirá el nivel de desempleo. Considerando el problema que significa las tasas de desocupación y subocupación en el municipio, se produciría una mejora, aunque sea de tipo temporal, en materia de empleo, destacándose como uno de los componentes del medio socioeconómicos impactados de manera positiva.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como Impacto indirecto, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

Calidad de vida

- **La calidad de vida de los trabajadores** y familias asociadas mejorará con la generación de empleos, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios, y segundo las prestaciones asociadas al salario.

Impacto indirecto, positivo, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

C) FACTOR ECONÓMICO

Crecimiento económico

- **Se reactivarán las actividades productivas**. La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto se considera: *directo, positivo, latente, acumulativo, moderado, local y temporal*.

Ingreso Per cápita

- **Debido al aumento de fuentes de empleo local**, el producto interno bruto aumentará con una misma cantidad de habitantes por lo que el ingreso per cápita de la localidad será mayor

Este impacto se considera: *directo, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, local y temporal*.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

A) AIRE

Calidad del aire

Al igual que en la etapa anterior la calidad del aire se verá modificada por:

- **Emisión de gases** de combustión de escape por la circulación de vehículos, en particular los que se utilizarán para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal. Generalmente estos gases son dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.
- **Partículas suspendidas** por efecto de la circulación del vehículo por los caminos de terracería que transportarán los insumos, equipo, materiales y personal.

Estas actividades resultarán en un cambio muy temporal de la calidad del aire del área de trabajo, es decir muy local. Los impactos se van a terminar una vez cese la actividad trasporte.

Este impacto es directo, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y temporal.

B) CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua se verá modificada por:

- **Aporte de sedimentos** por la instalación de domos, cercos y anclajes en el fondo marino.
- **Derrames de líquidos y desechos sólidos** por la posible generación de y disposición de residuos.

Sin embargo, estos impactos son prevenibles. Si se llegaran a presentar serían *Directos negativos, inmediato o latente, simple, leve, puntual y temporal*.

La calidad del agua también se verá beneficiada por:

- **La implementación de un programa de monitoreo de la calidad del agua**. Debido que hay que asegurar que la calidad del agua es óptima para el cultivo de bivalvos, deberá implementarse éste, por lo que, al momento de existir un incremento no deseable, en

los parámetros monitoreados, se tomarán las medidas necesarias para remediar la calidad del agua.

Este impacto es indirecto, positivo, latente, simple, leve, puntual y temporal.

Cobertura del fondo marino

Durante la preparación del sitio la cobertura del fondo marino se verá modificada por:

- **La colocación de los domos de protección** de la siembra de almeja generosa, su mantenimiento y al momento de la cosecha de la almeja, volverán a modificar la cobertura natural del fondo marino.
- **Colocación de sistemas de anclaje de las long lines,** para cultivo de ostión y almejas
- **Colocación de racks y camas** sobre el fondo de la zona intermareal.

Estos impactos son directos, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y permanente.

C) BIOTA TERRESTRE

Especies protegidas / endémicas

Existe la probabilidad que especies protegidas y/o endémicas como víboras de cascabel o lagartijas, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueda verse afectada por:

- **El movimiento de vehículos terrestres** para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal.

Este impacto es considerado *directo, negativos, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal*. Pero con medida de prevención.

D) BIOTA MARINA

Número de especies comerciales y Diversidad

El número de especies y la biodiversidad del sitio se verá favorecida por:

- **La introducción de más cantidad organismos** en las áreas de cultivo, aumentará las poblaciones de organismos bivalvos, lo redundará en una mayor cantidad de especies y por ende mayor diversidad biológica.

Este impacto es indirecto, positivo, latente, simple, leve, puntual y temporal.

E) FACTOR SOCIAL

Uso del suelo

- **Al reactivarse y diversificarse las actividades productivas** de sitio y requerimientos de insumos y productos, aumentará el valor del suelo beneficiando a los posesionarios.

Este impacto se considera: *directo, positivo, latente, simple, leve, local y temporal.*

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente 10 empleados de mano de obra calificada y no calificada. El número de empleos que se generará disminuirá el nivel de desempleo. Considerando el problema que significa las tasas de desocupación y subocupación en el municipio, se produciría una mejora, aunque sea de tipo temporal, en materia de empleo, destacándose como uno de los componentes del medio socioeconómicos impactados de manera positiva.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como Impacto indirecto, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

Calidad de vida

- **La calidad de vida de los trabajadores** y familias asociadas mejorará con la generación de empleos, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios, y segundo las prestaciones asociadas al salario.

Impacto indirecto, positivo, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

F) FACTOR ECONÓMICO

Crecimiento económico

- **Se reactivarán las actividades productivas**. La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto es: *directo, positivo, latente, acumulativo, moderado, local y temporal*.

Ingreso Per cápita

- **Debido al aumento de fuentes de empleo local**, el producto interno bruto aumentará con una misma cantidad de habitantes por lo que el ingreso per cápita de la localidad será mayor

Este impacto se considera: *directo, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, local y temporal*.

- **Se espera que la expectativa de la demanda del mercado permita**, además de la viabilidad económica del proyecto, generar un aumento de producción de bivalvos en el Estado de Baja California Sur, que contribuya al incremento en el PIB estatal. Es decir, que la demanda de mercado regional sea satisfecha y con posibilidades de extenderse al mercado internacional, fortaleciendo la producción acuícola del Estado y aumentando el crecimiento económico y el ingreso per cápita por la actividad de cosecha del producto acuícola.

Este impacto se considera: *directo, positivo, latente, acumulativo, moderado, regional y*

permanente.

ABANDONO DEL SITIO

A) AIRE

Calidad del aire

Al igual que en la etapa anterior la calidad del aire se verá modificada por:

- **Emisión de gases** de combustión de escape por la circulación de vehículos, en particular los que se utilizarán para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal.
- **Partículas suspendidas** por efecto de la circulación del vehículo por los caminos de terracería que transportarán los insumos, equipo, materiales y personal.

Los impactos se van a terminar una vez cese la actividad trasporte.

Este impacto es directo, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y temporal.

B) CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua se verá modificada por:

- **Aporte de sedimentos** por la desinstalación de domos y sistemas de anclaje que hayan quedado en el fondo marino.
- **Derrames de líquidos y desechos sólidos** por la posible generación de y disposición de residuos.

Sin embargo, estos impactos son prevenibles. Si se llegaran a presentar serían *Directos negativos, inmediato o latente, simple, leve, puntual y temporal*.

Cobertura del fondo marino

Durante la preparación del sitio la cobertura del fondo marino se verá modificada por:

- **La instalación de los domos de protección** de la siembra de almeja generosa. Al colocarse estos artefactos, modificarán la cobertura natural del fondo marino.

Este impacto es directo, negativos, inmediato, simple, leve, puntual y permanente.

C) BIOTA TERRESTRE

Especies protegidas / endémicas

Existe la probabilidad que especies protegidas y/o endémicas como víboras de cascabel o lagartijas, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueda verse afectada por:

- **El movimiento de vehículos terrestres** para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal.

Este impacto es considerado *directo, negativos, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal*. Pero con medida de prevención.

D) FACTOR SOCIAL

Uso del suelo

- **Al reactivarse y diversificarse las actividades productivas** de sitio y requerimientos de insumos y productos, aumentará el valor del suelo beneficiando a los posesionarios.

Este impacto se considera: *directo, positivo, latente, simple, leve, local y temporal.*

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente 10 empleados de mano de obra calificada y no calificada. El número de empleos que se generará disminuirá el nivel de desempleo. Considerando el problema que significa las tasas de desocupación y subocupación en el municipio, se produciría una mejora, aunque sea de tipo temporal, en materia de empleo, destacándose como uno de los componentes del medio socioeconómicos impactados de manera positiva.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como Impacto indirecto, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

Calidad de vida

- **La calidad de vida de los trabajadores** y familias asociadas mejorará con la generación de empleos, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios, y segundo las prestaciones asociadas al salario.

Impacto indirecto, positivo, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal.

E) FACTOR ECONÓMICO

Crecimiento económico

- **Se reactivarán las actividades productivas**. La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto es: *directo, positivo, latente, acumulativo, moderado, local y temporal*.

Ingreso Per cápita

- **Debido al aumento de fuentes de empleo local**, el producto interno bruto aumentará con una misma cantidad de habitantes por lo que el ingreso per cápita de la localidad será mayor

Este impacto se considera: *directo, positivo, inmediato, acumulativo, moderado, local y temporal*.

En la **Tabla 41** se muestra de manera sintetizada la predicción de los posibles impactos.

Tabla 41. Matriz cribada, descripción de impactos ambientales.

FACTOR	COMPONENTE	ACTIVIDADES / INDICADOR	CLASIFICACIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
				Contratación de mano de obra.		Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.		Preparacion del sitio		Instalacion de estructuras		Generación y disposición de residuos.		Contratación de mano de obra.		Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.		Colocación de estructuras de cultivo.		Monitoreo de la calidad del agua		Generación y disposición de residuos.		Clareos y cambio de artes de cultivo		Mantenimiento de estructuras	
CLIMA	Calidad del aire	Particulas suspendidas y gases de combustión	2			D-IN	S1	D-IN	S1	S1	S1					D-IN	S1							S1			
CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Calidad del agua	Concentraciones (criterios ecológicos SEDUE 1989)	2									D-L	S1							I+L	S1	D-L	S1		S1		
	Fondo marino	Cobertura	2															D-IN	S1					D-IN	S1	D-IN	S1
BIOTA TERRESTRE	Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2			D-L	A2									D-L	A2										
BIOTA MARINA	Especies comerciales marinas	# de especies comerciales	2															I+L	S1								
	Composición	Diversidad	2															I+L	S1								
	Especies protegidas / endémicas	# de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2							D-L	A2																
SOCIAL	Uso del suelo	# de actividades productivas	2															D+L	S1								
	Empleo	% de demanda	1	I+IN	A2									I+IN	S1												
	Calidad de vida	Índice de pobreza	2	I+L	A2									I+L	S1												
ECONÓMICO	Crecimiento económico	PIB municipal/PIB estatal	2	D+L	A2									D+L	S1									D+L	A2		
	Ingreso per cápita	Pesos/mes	1	D+IN	A2									D+IN	S1									D+L	A2		

D	Directo
I	Indirecto

+	Impacto Positivo
-	Impacto Negativo

L	Latente
IN	Inmediato
Mc	Momento crítico

S	Simple
A	Acumulatvo
Si	Sinérgico

3	ALTO
2	MODERADO
1	LEVE

PUNTUAL
LOCAL
REGIONAL
PERMANENTE
TEMPORAL

V.2.3. Evaluación de impactos

La metodología para evaluar los impactos al ambiente de un proyecto, sigue teniendo un buen grado de subjetividad, sin embargo, es una herramienta que permite apreciar en forma global las repercusiones más importantes del proyecto, haciendo un balance de los beneficios y los efectos adversos.

Hay que recordar que los valores de impacto resultantes envuelven un factor de peso de acuerdo al objetivo prioritario que conlleve la acción que provocó dicho impacto, lo que resulta en valores ponderados que suavizan hasta cierto punto el balance entre los impactos adversos y benéficos.

En la **Tabla 42** se muestran los resultados de la valoración de la importancia y evaluación de la significancia de los impactos ambientales identificados para las distintas etapas del Proyecto.

Al analizar los valores contenidos en la matriz (valores entre -5 a 0), puede apreciarse que todos los impactos negativos resultaron ser no significativos en todas las etapas del Proyecto acuícola, en el contexto del área de estudio ya qué todos los impactos tienen una extensión muy puntual.

Respecto a los impactos positivos, en todas las etapas del Proyecto (Preparación, Operación y abandono), la calidad de vida y el crecimiento económico, del factor socioeconómico, resultaron significativos y estará dado por la contratación de mano de obra que tendrá una significancia sobre la economía de la localidad.

Otro impacto positivo significativo es con la Biota Marina, ya que con la introducción del Ostión japones (Crassotrea gigas) y la almeja generosa (*Panopea generosa*) con fines acuícolas aumentará el número de especies comerciales de alto valor comercial en esta zona, así como su composición.

Tabla 42. Evaluación numérica de los impactos ambientales en las etapas de preparación, operación y abandono del Proyecto.

ETAPA	FACTOR	COMPONENTE	OBRA O ACTIVIDAD	CARÁCTER DEL IMPACTO	PESO DEL COMPONENTE	RIESGO	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	DURACIÓN	SENSIBILIDAD	RESULTADO	CALIFICACIÓN
				C	P	R	E	I	D	S	CA	
	CLIMA (AIRE)	Calidad del aire.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.3	4	1	1	1	2	-2.7	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Calidad del agua.	Construccion de estructuras, Generación y disposición de residuos.	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
		Cobertura del fondo marino.	Colocacion de estructuras en el fondo	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA TERRESTRE	Especies protegidas / endémicas.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.5	2	1	1	1	2	-3.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA MARINA	Especies protegidas / endémicas.	Clareos y cambio de artes de cultivo	-1	0.5	2	1	1	1	2	-3.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	SOCIAL	Empleo	Contratación de mano de obra	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
		Calidad de vida	Contratación de mano de obra	1	0.5	3	2	1	2	3	5.5	POSITIVO SIGNIFICATIVO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ECONÓMICO	Crecimiento económico	Contratación de mano de obra	1	0.5	2	3	1	2	3	5.5	POSITIVO SIGNIFICATIVO
		Ingreso Per cápita	Contratación de mano de obra	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
	CLIMA (AIRE)	Calidad del aire.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.3	4	1	1	1	2	-2.7	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Calidad del agua.	Monitoreo de la calidad del agua	1	0.5	3	1	1	1	2	4	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
		Calidad del agua.	Generación y disposición de residuos.	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
		Cobertura del fondo marino.	Colocación de domos y anclajes.	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA TERRESTRE	Especies protegidas / endémicas.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.5	2	1	1	1	2	-3.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA MARINA	Especies comerciales	Vigilancia	1	0.6	4	1	2	2	3	7.2	POSITIVO SIGNIFICATIVO
		Composición	Vigilancia	1	0.5	4	1	2	2	3	6	POSITIVO SIGNIFICATIVO
		Empleo	Contratación de mano de obra.	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
		Calidad de vida	Contratación de mano de obra.	1	0.5	3	2	1	2	3	5.5	POSITIVO SIGNIFICATIVO
	ECONÓMICO	Crecimiento económico	Contratación de mano de obra.	1	0.5	2	3	1	2	3	5.5	POSITIVO SIGNIFICATIVO
		Ingreso Per cápita	Contratación de mano de obra.	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se describen las medidas de prevención, mitigación y compensación, para los impactos identificados sobre los componentes ambientales en la evaluación de impacto ambiental.

Las medidas de mitigación presentadas se refieren a la preparación del sitio, operación y abandono del proyecto Cultivo de bivalvos. Cabe destacar que en el presente capítulo se abordan las medidas preventivas y de mitigación solo de aquellos impactos ambientales negativos, considerados como no significativos en los componentes relevantes.

Los impactos susceptibles de ser mitigados con base en la descripción hecha en el capítulo anterior, afectan a los componentes ambientales calidad del aire, calidad del agua, cobertura del fondo marino y especies de fauna.

Las actividades en las que se deberá poner atención son; vehículos (fuentes móviles de contaminantes a la atmósfera); la generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, así como la colocación y el retiro de los domos para la protección de la siembra de la almeja generosa, con la finalidad de evitar al máximo los efectos negativos en el ambiente.

Las medidas de mitigación propuestas se describen por factor ambiental, considerando todas las etapas del proyecto.

Las medidas de prevención y mitigación que se proponen para los impactos que se generarán con el desarrollo del Proyecto, han sido agrupadas en Planes que deberán instrumentarse a largo de cada una de las etapas de este.

Las medidas de mitigación se presentan en una serie de fichas, en las cuales se presenta un resumen del impacto identificado y evaluado, y se describe el tipo de medida de mitigación, objetivo y la descripción de la misma.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental

Fichas descriptivas de las Medidas de Prevención, Mitigación y/o Correctivas.

Factor Ambiental	**Aire**
Componente Ambiental	Calidad del aire
Etapas	Preparación, operación y abandono
Actividades del Proyecto	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal
Carácter del Impacto	*Directo, inmediato, simple, leve, puntual y temporal*
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación	

Factor Ambiental	**Aire**

1. En relación con las emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos, todos los vehículos automotores que se empleen durante las etapas del Proyecto deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas:
   - NOM-041-SEMARNAT.1999 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.
   - NOM-045-SEMARNAT-1996 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
   - En cuanto a las emisiones de ruido, se cumplirá lo indicado en la norma NOM-081-SEMARNAT-94.
2. Dar mantenimiento a los caminos de terracería y evitar las actividades en periodos ventosos prolongados.

Factor ambiental	**Condiciones oceanográficas**
Componente Ambiental	Calidad del agua
Etapas	Preparación, operación y abandono
Actividades del Proyecto	Generación y disposición de residuos. Instalación domos
Carácter del Impacto	*Directo, inmediato, simple, leve, puntual y temporal*

Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación

1. Todos los residuos generados deberán ser dispuestos de manera provisional dentro de la embarcación bajo condiciones de operación que garanticen que no haya dispersión de los mismos y regresados a la localidad de López Mateos donde se dispondrán de manera definitiva en el sitio donde se disponen los residuos municipales
2. Evitar al máximo la manipulación de los domos para la suspensión de sedimentos que provoquen enturbiar el agua más allá de los sitios de siembra de almeja generosa.

Factor Ambiental	**BIOTA MARINA**
Componente Ambiental	Especies protegidas / endémicas
Etapas	Preparación del Proyecto
Actividades del Proyecto	Instalación de estructuras de cultivo y sistemas de anclaje.
Carácter del Impacto	*Directo, latente, acumulativo, moderado, local y temporal*

Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación

1. La circulación en las embarcaciones deberá ser a baja velocidad para evitar coaliciones con especies marinas protegidas.
2. La manipulación de las estructuras y anclaje deberá ser con mucho cuidado evitando dañar el fondo marino más allá del área de cultivo.
3. Se evitará la perturbación de las áreas que se encuentren fuera de las zonas del Proyecto.
4. Se comunicará a todos los trabajadores que no se permite recolectar ninguna especie de flora y fauna. Se informará también a los trabajadores sobre el estado y nivel de protección de la vida silvestre en esta área natural protegida, y las sanciones por infracciones.
5. Por medio de un plan de vigilancia se prohibirá a los trabajadores la caza de animales silvestres, la compra de animales vivos y pieles de animales. La caza de animales en las zonas de la obra o sus alrededores silvestres será motivo de despido inmediato.

Factor ambiental	**Biota terrestre**
Componente Ambiental	Especies protegidas / endémicas
Etapas	Preparación, operación y abandono
Actividades del Proyecto	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.
Carácter del Impacto	*Directo, latente, acumulativo, moderado, puntual y temporal*
Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación	
1. La circulación vehicular deberá ser solo por el camino trazado hasta el campo pesquero, si abrir nuevas brechas. 2. Circular por el camino de acceso a menos de 40 km/h de velocidad para evitar el atropellamiento de fauna silvestre. 3. Se evitará la perturbación de las áreas que se encuentren fuera de las zonas del Proyecto. 4. Se comunicará a todos los trabajadores que no se permite recolectar ninguna especie de flora y fauna. Se informará también a los trabajadores sobre el estado y nivel de protección de la vida silvestre en esta área natural protegida, y las sanciones por infracciones. 5. Por medio de un plan de vigilancia se prohibirá a los trabajadores la caza de animales silvestres, la compra de animales vivos y pieles de animales. La caza de animales en las zonas de la obra o sus alrededores silvestres será motivo de despido inmediato.	

VI.2. Impactos residuales

Se consideraron como residuales los impactos que permanecen en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Estos impactos, más los resultantes de la aplicación de las medidas de mitigación son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto (residuales).

Las medidas preventivas, de mitigación, de compensación y restauración que se proponen en el apartado anterior del presente documento, se considera que por sus características son viables y deberán ser aplicadas.

Los impactos residuales detectados por la implementación y operación del proyecto, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 43. Impactos residuales.

Impactos	Medidas propuestas	Impactos Residuales
Calidad del aire. Cambios en la calidad del aire del sitio causados por emisiones de vehículos.	Realizar un adecuado mantenimiento de vehículos y equipos.	Persistencia de los cambios de la calidad del aire por emisiones.

VI.3. Programas

Las medidas de prevención y mitigación que se proponen para los impactos que se generarán con el desarrollo del Proyecto, han sido agrupadas en programas que deberán instrumentarse a largo de cada una de las etapas del mismo.

VI.3.1. VI.3.1 Programa de mantenimiento para vehículos

Deberá realizarse el mantenimiento periódico correspondiente a vehículos y equipo marino en la preparación y operación del proyecto buscando mantener las emisiones a la atmósfera producto de la combustión dentro de los límites especificados por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996.

1. Al inicio de las actividades deberá estructurarse el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria.
2. Realizar y verificar que el programa de mantenimiento de vehículos (afinación) se ejecute.
3. Establecer un programa de mantenimiento para los vehículos con la finalidad de minimizar sus emisiones y optimizar el uso de combustible.
4. Cada unidad o equipo deberá contar con una bitácora de servicio en la cual conste se cumpla con esta disposición.

VI.3.2. VI.3.2 Programa de monitoreo de la calidad del agua.

Con la medición de parámetros fisicoquímicos (fósforo, amonio, nitratos etc.,) y biológicos indicadores (plancton y bentos) que se realizarán bimestralmente para ajustar la orientación y el manejo de las zonas de cultivo, para asegurar que exista una oxigenación y recambio de agua óptimos para una adecuada degradación de los metabolitos y excretas responsables de contaminación.

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

VII.1. Pronóstico del escenario

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados precedentes, se realizó una descripción de los posibles cambios generados por los impactos ambientales identificados como relevantes y críticos y la aplicación de las correspondientes medidas de mitigación; considerando la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales residuales, e incluyendo los no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas (**Tabla 43**).

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

Se presenta un programa de vigilancia ambiental que tiene la función básica de establecer un procedimiento sistemático que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas correctivas o de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Otras funciones adicionales de este programa son:

- Que permite comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil. Paralelamente, el programa permitirá evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctivas en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.
- Que genera datos importantes para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permitirá evaluar la veracidad de las predicciones efectuadas de acuerdo a la complejidad el proyecto.
- Identifica impactos no considerados por las metodologías aplicadas en el Estudio de Impacto Ambiental, integrando nuevas medidas correctivas o de mitigación.

El programa incluye:

Objetivos; Indicadores; frecuencia de aplicación; análisis de la información.

El programa de vigilancia para este Proyecto está condicionado por los impactos que se identificaron en el capítulo V y las medidas de mitigación propuestas y abarca todas y cada una de las etapas del proyecto (**Tabla 44**).

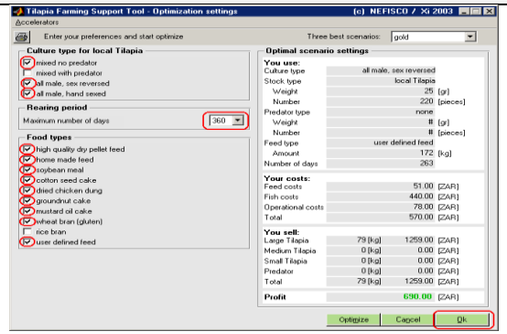
Tabla 44. Descripción de los componentes ambientales utilizados en la evaluación de impacto ambiental en los escenarios con Proyecto y medidas de mitigación.

Factor	Componente	Pronóstico con Proyecto y Medidas de Mitigación
Atmósfera	Calidad del aire	En la zona, la calidad actual del aire tendrá mínimas variaciones por la emisión de humos, gases y partículas, generados por los vehículos utilizados en las etapas del Proyecto, los impactos sobre este factor se derivan de las actividades de Transporte de insumos, equipo, materiales y personal, para la habilitación de del sitio y operación acuícola, ya que se presenta generación de humos, gases y partículas suspendidas. Al aplicar las medidas de mitigación (Programa de mantenimiento periódico de las unidades) los indicadores de impacto tendrán algunas variaciones con respecto a los niveles de emisión de humos, gases y partículas derivados de los vehículos, el indicador a utilizar es el de número de fuentes móviles en una superficie determinada y/o la capacidad de dispersión de sus emisiones.
Condiciones oceanográficas	Calidad del agua	Las condiciones oceanográficas, especialmente su componente de calidad del agua se puede deteriorar en caso de un mal manejo de residuos. Sin embargo, este impacto es totalmente prevenibles. El manejo de los sitios de cultivo, una vez instalados, ocupa espacio en el fondo marino lo que generará un manipuleo de los sedimentos presentes que se refleja en la turbidez del agua. Así mismo podría modificar el régimen de flujo de agua y por lo tanto el transporte de oxígeno, sedimentos, plancton y larvas de peces. Otro cambio en la dinámica del hábitat es atraer depredadores (aves y mamíferos) que pueden afectar a otros organismos. Al realizar un monitoreo continuo de la calidad del agua (Programa de monitoreo de la calidad del agua) se mantendrá control para evitar un deterioro irreversible y condiciones críticas de los parámetros para el cultivo y las comunidades de organismos naturales en el sitio del Proyecto.
Biota marina	Diversidad y abundancia	Las poblaciones naturales de fauna acuática se verán presionadas con la instalación o desinstalación de los domos de protección para el cultivo de almeja generosa lo cual provocará un cierto nivel de disminución de organismos y/o competencia, cambio en la biodiversidad. Otra fuente de afectación puede ser la limpieza periódica de las incrustaciones y el uso de agentes químicos como pesticidas y anti incrustantes los cuales, son tóxicos para la vida acuática y la especie cultivada, lo cual, a través de su consumo, puede convertirse en un peligro para la salud humana. Contaminan el medio acuático y alteran el ecosistema. Aportan carga orgánica y malos olores. Estos agentes químicos no se utilizarán en el Proyecto.
Biota terrestre	Especies protegidas / endémicas	Las poblaciones de fauna terrestre podrían verse afectadas por el tránsito vehicular hacia las zonas de desembarque que podrían ser causa de disminución de organismos de especies protegidas o endémicas que habitan en el complejo lagunar. La educación ambiental al personal que labora y la baja velocidad de circulación de las unidades vehiculares, será la diferencia para que este evento no suceda y no se altere el hábitat
Social y	Calidad de Vida	La generación de empleos y la derrama económica que puede generar el proyecto puede incrementar el nivel y

Factor	Componente	Pronóstico con Proyecto y Medidas de Mitigación
económico		calidad de vida de los pobladores locales y sus familias, así como en las actividades productivas. La modificación positiva principal se dará por la operación de este proyecto y es que favorecerá el desarrollo económico de las comunidades y la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Tabla 45. Programas de vigilancia ambiental.

Medida de mitigación (mm)	Objetivo	Factor/Componente ambiental	Indicador	Variación con respecto al estado inicial	Eficiencia de la MM % de variación	años					
						01		02		03	
						semestres					
						1	2	1	2	1	2
Programa *de mantenimiento para vehículos, equipo y maquinaria* En relación con las emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos, todos los vehículos automotores que se empleen durante la etapa de construcción deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas: • NOM-041-SEMARNAT.1999 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina. • NOM-045-SEMARNAT-1996 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	Prevenir la contaminación de la atmosfera	Calidad del aire/ Las lecturas de NO_2, CO_2 y PM 10	Número de fuentes móviles en una superficie determinada y/o la capacidad de dispersión de sus emisiones	Realizar el análisis de la variación del componente en el tiempo.							
▪ No se deberá desmontar en las áreas aledañas al área del proyecto. • Se deberán restaurar las áreas aledañas que por accidente hayan sido afectadas por movimientos de equipos, vehículos y personal.	Reducir el efecto del proyecto en la biota terrestre	Paisaje/calidad visual	Registro fotográfico de áreas restauradas								
Programa de monitoreo de la calidad del agua ▪ No se deberá incrementar la eficiencia del cultivo ofreciendo alimento extra, el ubicar domos en un área donde las profundidades del agua y las corrientes permitan el arrastre y dispersión, así como la dilución de los residuos contaminantes. Se puede llevar registros con algún software especializado por ejemplo. http://www.nefisco.org/software.htm y http://praise.manoa.hawaii.edu/software.php?download	Controlar los parámetros de calidad de agua para mantenerlos dentro de límites que no afecten el cuerpo de agua principalmente fósforo y amonio	Calidad del agua	Medición de parámetros físico, químicos y biológicos de agua	Realizar el análisis de la variación del componente en el tiempo.							

Medida de mitigación (mm)	Objetivo	Factor/Componente ambiental	Indicador	Variación con respecto al estado inicial	Eficiencia de la MM % de variación	años					
						01		02		03	
						semestres					
						1	2	1	2	1	2
▪  Para disminuir la cantidad de nutrientes Existen parámetros del agua que al rebasar los estándares son indicativos de contaminación, como son: O_2, (Oxígeno), turbidez, DBO_5, (Demanda bioquímica de oxigeno), DQO (Demanda química de oxigeno), concentración de fósforo total y NH_3, (amoniaco), por ello durante el cultivo se contempla el monitoreo bimestral de estos parámetros según les corresponda. ▪ El monitoreo de estos parámetros nos indicará el momento exacto para poner en práctica el establecimiento de las medidas adecuadas para disminuir los contaminantes, entre las cuales se encuentran la aireación del sistema así como el encalado de la columna de agua con hidróxido de calcio ($CaCO_3$) para precipitar el fósforo y la materia orgánica de tal forma que sean aprovechados por los peces y la macrofauna bentónica del sitio disponiendo de mayor energía y pudiendo aumentar su diversidad y abundancia. ▪ Seleccionar tasas de siembra que no excedan la capacidad de carga o asimilación del sistema. ▪ No se utilizarán alimentos balanceados para no adicionar más nitrógeno y fósforo del requerido por la especie según su biomasa o estadio.											

Medida de mitigación (mm)	Objetivo	Factor/Componente ambiental	Indicador	Variación con respecto al estado inicial	Eficiencia de la MM % de variación	años					
						01		02		03	
						semestres					
						1	2	1	2	1	2
▪ Para disminuir el índice de enfermedades se deberá mantener las densidades correctas, biomasa en función de la calidad de agua para lograr un mejor crecimiento con una adecuada conversión alimenticia. ▪ En la fase de engorda la posible contaminación y altos niveles de mortalidad, será mitigada elaborando un manual de buenas prácticas de manejo y sanidad acuícola donde se especifique la problemática e identificar la enfermedad por parasitismo o bacteriosis definiendo el tratamiento a utilizar, su resultado e impacto al ambiente anotadas en una ficha técnica.											

VII.3. Conclusiones

- Se definió la Bahía Magdalena como el Sistema ambiental, ya que es el cuerpo de agua donde se desarrollará el Proyecto.
- Se llevó a cabo la caracterización del Sistema Ambiental, describiéndose el tipo de clima, las unidades litológicas, los tipos de suelo, la geología y geomorfología, la hidrología superficial y subterránea, la flora y fauna terrestre y acuática, así como los aspectos socioeconómicos que convergen el sistema ambiental.
- Los componentes del sistema socioeconómico con mayor número de interacciones son: empleo, calidad de vida, crecimiento económico e ingreso per cápita. Y por lo tanto de un mayor valor de dependencia.
- Los componentes del sistema natural, con mayor número de interacciones se encuentran ubicados en la unidad ambiental cuerpos de agua y son: condiciones oceanográficas y biota marina. no existen componentes críticos en el sistema, de acuerdo a la magnitud y los criterios de clasificación para determinar la clase ambiental. Por lo que en la evaluación de impacto ambiental, los efectos sobre el funcionamiento del sistema, generados por los cambios en de los componentes, no fueron calificados como severos.
- El sistema Bahía Magdalena, presenta una estructura estable de acuerdo al análisis realizado.
- De los 2 subsistemas analizados, el socioeconómico presenta un déficit crítico reflejado por los indicadores del componente calidad de vida, ya que se presentan índices de marginación y bajos niveles de bienestar.
- El subsistema natural no presenta déficit en los componentes evaluados, principalmente porque se trata de un área bien conservada y de alta productividad pesquera.
- El sistema no ha sido modificado por el desarrollo de actividades productivas, así como los procesos demográficos, principalmente porque han existido pocos cambios por lo poco accesible del área, que solo se comunica por embarcaciones de 7 km hacia la población más cercana que es Puerto López Mateos.
- En general, los efectos de las actividades humanas que se han generado sobre el subsistema natural se reportan como negativos, por efectos de la generación de extracción de recursos pesqueros, desmonte de la cobertura vegetal, y el desplazamiento de fauna nativa por introducción de especies comerciales y efectos de actividades antropogénicas.
- En resumen, el sistema socio-ambiental Bahía Magdalena puede calificarse como estable, de acuerdo al alto porcentaje de componentes ambientales relevantes,

principalmente los indicadores del subsistema natural, (conservación, perturbación y erosión).

- Es frágil, por las interacciones entre la Bahía Magdalena y los asentamientos humanos, de acuerdo con los indicadores socioeconómicos utilizados (calidad de vida con bajo potencial económico y elevado índice de marginación), que muestran una condición socioeconómica precaria y dependiente de la productividad del cuerpo de agua por la extracción de recursos pesqueros
- Finalmente, después de realizar la evaluación de los impactos al ambiente que genera el Proyecto, dado que la todos los impactos negativos son insignificantes aunque se presentan en todas las etapas del Proyecto, se concluye que si el Proyecto cumple con la vinculación de los ordenamientos normativos y los parámetros normados por la legislación y normatividad vigente, así como con las recomendaciones generadas a partir del presente estudio, los efectos sobre el sistema ambiental no serán críticos, haciendo énfasis en el impacto residual identificado sobre la calidad del aire que es poco probable que puede acelerar el proceso de saturación de la cuenca atmosférica ya que el cambio es inapreciable.

Como resultado del análisis y evaluación del Proyecto de Cultivo de bivalvos en Bahía Magdalena, municipio de Comondú, Baja California Sur, a través de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, se concluye que si el proyecto se ejecuta cumpliendo con lo especificado en el Capítulo II y siguiendo las recomendaciones vertidas en los Capítulos VI y VII de este Manifiesto, es viable ambientalmente y con su operación contribuirá a satisfacer la demanda de este producto a nivel internacional y de impulso al desarrollo de las comunidades pesqueras en la región de la Pacífico del Estado.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Formatos de presentación

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán cuatro ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética (CD), incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato *Word*.

Se entregará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 25 cuartillas en cuatro ejemplares, asimismo se grabará en memoria magnética (CD) en formato *Word*.

VIII.1.1. Planos de localización

Los planos de localización se integran dentro del este estudio de impacto ambiental de acuerdo a las especificaciones de la guía para elaborar manifestaciones de impacto ambiental modalidad particular para el sector acuícola.

VIII.1.2. Fotografías

Las fotografías fueron integradas en el cuerpo de este manifiesto de impacto ambiental como figuras para dar mayor claridad a los textos presentados

VIII.1.3. Videos

Cinco videos de los buceos para los muestreos submarinos se encuentran en el **Anexo 2**

VIII.1.4. Otros anexos

En el **Anexo 1** se muestra la documentación legal del representante de la Sociedad de UNION DE PRODUCTORES ACUICOLAS ESTERO SAN VICENTE, S DE RL DE CV, S. C. WILBER ADRÍAN GARCIA MERCADO, Representante Legal

VIII.2. Glosario de términos

Acuífero: es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

Almeja generosa: organismo de los moluscos bivalvos, el cual será cultivado.

Área de cultivo: superficie que se utiliza para sembrado de la semilla de almeja generosa cuyas dimensiones están en función del número de domos a utilizar.

Área rural: zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5 000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15 000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Autoridad Ambiental: es aquella encargada de hacer cumplir el Reglamento y demás leyes aplicables en materia Ambiental, dentro de su correspondencia

Banco de material: sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Bajada: franja de terreno suavemente inclinado formado en las bases de las cadenas montañosas.

Beneficioso o perjudicial: positivo o negativo.

Biodiversidad: es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Calidad Paisajística: se refiere a tres elementos de percepción como son: la calidad visual del entorno inmediato, las características intrínsecas del punto y la calidad del fondo escénico.

Capacidad instalada: potencia nominal o de diseño de una instalación eléctrica de generación o consumo

Características litológicas: descripción de las rocas: tamaño de grano, del tamaño de las partículas, así como sus propiedades físicas y químicas.

Componentes ambientales críticos: son aquellos definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales, considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Cuenca hidrológica: el agua que escurre en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve, el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas a través de un único escurrimiento superficial.

Daño a los ecosistemas: es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño ambiental: es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño grave al ecosistema: es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Desmonte: remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Despalme: retiro de la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios.

Domo: estructura de tubería de PVC de ½" de diámetro, con dimensiones de 1 m de ancho por 2 m de largo, por 10 cm de altura, forrado de tela de media sombra, la cual se utilizará para proteger los organismos sembrados de los depredadores.

Duración: el tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Emisión: la descarga directa o indirecta a la atmosfera de toda energía o sustancia, en cualquiera de sus estados físicos.

Escorrentía: es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

Erosión: proceso de sustracción o desgaste del relieve del suelo intacto (roca madre), por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento o la acción de los seres vivos.

Especies Clave: especies con un papel e importancia funcional para las cadenas tróficas, pueden serlo en todos o en algún estadío de vida.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Especies En riesgo: especies con algún estatus dentro de la NOM-SEMARNAT-059 o especies que aunque no están amenazadas o en peligro de extinción, presentan poblaciones en deterioro, o con explotaciones pesqueras al máximo nivel sostenible.

Especies Endémicas: especies de distribución restringida al sitio o regional.

Especies Migratorias: especies de presencia temporal, que muestran hábitos migratorios, que utilizan la zona como parte de sus recorridos migratorios o en algún estadío de vida.

Especies Prioritarias: especies bajo protección especial en categoría de amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059. Especies que presentan un marcado deterioro y reducción poblacional.

Especies residentes: especies de presencia permanente.

Especies útiles: especies de importancia económica actual en el sitio. En el ambiente marino fueron especies de importancia pesquera actual

Estabilidad edafológica: la estabilidad edafológica de un suelo está relacionada con el grado de desarrollo que este presenta; y su relación está basada en el grado de intemperización edafoquímica y se refiere a la descomposición y la desintegración química y física de las rocas y los minerales contenidos en ella.

Exorreica: es una cuenca que desemboca en el mar o en el océano.

Fragilidad del Paisaje: es la capacidad de absorción de los cambios que se produzcan en el mismo.

Fuente móvil de contaminación atmosférica: todo vehículo motorizado de combustión interna con la capacidad de desplazarse y que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmosfera.

Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental acumulativo: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Importancia: indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente.

Intemperización: cambios ambientales (temperatura, luz, viento etc.) a los que la roca sólida se encuentra expuesta en la superficie terrestre, experimentando demolición y degradación.

Irreversible: aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Lixiviado. líquido que se forma en los procesos de reacción, arrastre y percolación de los residuos sólidos, que contiene disueltos o en suspensión elementos contaminantes que están presentes en los residuos mismos.

Llanura costera con lomeríos: área predominantemente con elevaciones bajas extendidas y no mayores a 200 metros de altitud sobre el nivel base de referencia, que termina en el mar.

Lomerío tendido: conjunto de lomas o elevaciones no mayores a 200 metros sobre el nivel base de referencia, extendidas en forma horizontal.

Magnitud: extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promoverte para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promoverte para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Naturaleza del impacto: se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Playa arenosa: topoforma compuesta de material arenoso, desarrollada a lo largo de la costa.

Perturbación: proceso que modifica patrones espaciales y temporales de composición de especies (presencia o ausencia, abundancia absoluta relativa, riqueza) y estructura (distribución espacial, tanto vertical como horizontal, de la biomasa y los organismos, diversidad y equitabilidad, redes tróficas, estructura de edades y tamaños de las poblaciones), así como la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas (tasas de flujo de energía y reciclaje de nutrientes, interacciones de las especies, sucesión.

Piso de valle: depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica.

Región fitogeográfica: flora de una región geográfica determinada.

Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Reversibilidad: ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sedimento: material sólido, fragmentario y no consolidado, originado en la superficie de la tierra por decantación o precipitación.

Sierra baja: línea de montañas con una elevación poco considerable, se caracteriza por tener surcos en lugar de piedras en las alturas. Su paisaje es el de una llanura que de pronto se sume en el abismo.

Sistema ambiental: es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Visibilidad: es la cualidad perceptible, que se relaciona con el área o territorio que puede apreciarse desde un punto determinado.

VIII.3. Literatura consultada

Ansari, Z.A., B.S. Ingole y A.H. Parulekar, 1986. Effect of high organic enrichment on benthic polychaete population in an estuary. Mar. Poll. Bull. 17: 361-365.

Arredondo, G. F. 1983. Variación cualitativa y cuantitativa del fitoplancton del estero El Cardón, Baja California Sur (noviembre 1978 a junio de 1979). Tesis de licenciatura. UABC. 51 p.

Bastida-Zavala, J.R. y J.A. de León-González 2002. A new species of *Hydroides* (Polychaeta: Serpulidae) from western México. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 82,

Bellan, G. 1964. Influence de la pollution sur le faune annélidienne des substrats muebles. Comm. Intern. Explor. Sci. Mer. Médit. 1964: 123-126.

Berkeley, E. y C. Berkeley 1939. On a collection of Polychaeta, chiefly from the best coast of Mexico. Ann. Mag. Nat. Hist. ser 2, 3: 321-346.

Berkeley, E. y C. Berkeley 1958. Some notes on a collection of Polychaeta from the northeast Pacific south of Latitude 32°N. Can. J. Zool. 36: 399-407.

Booij N. R. C. Ris, and l. H. holthuijsen. 1999. A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation, *J. Geophys. Res* 104 (C4), 7649-7666.

Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Pub., Dubuque Iowa, 3ed. 237 pp.

Campa, M. F. y Coney, P. J. 1982. Tectono-Stratigraphic terrones and mineral resource distribution in México. Eart SCI. Vol. 20.

Chamberlin, R.V. 1919. The annelida Polychaeta of the Albatros tropical Pacific Expedition, 1891-1905. Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. Univ. 48: 1-514.

CICESE. 2006. Programa de predicción de marea MAR versión 0.32. Ensenada, B.C.

CONAPO, 1995, Índice de Marginación por localidad 1995, Consejo Nacional de Población, México.

Consejo de Recursos Minerales (CRM). 1999. Monografía Geológica- Minera del Estado de Baja California Sur. Pachuca Méx.

Cota, H. y J. Gimate. 1986. Observaciones sobre la vegetación del Desierto Vizcaíno en Baja California. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 31: 37-42.

Crema, R. y A.M. Bonvicini-Paglai 1980. The structure of benthic communities of an area of thermal discharge from a costal power station. Mar. Poll, Bull. 11: 221-224.

De La Cruz-Orozco, M.E. 2002. Efecto de El Niño 1998 – La Niña 1999 en el oxígeno disuelto de la región sur de la Corriente de California. Tesis profesional, UABC, Ensenada, B.C. 75 P.

De León González, J.A. & V. Díaz-Castañeda 1998. Two new species of Nereis (Polychaeta: Nereididae) from Todos Santos Bay, Ensenada, Baja California, México. Procc. Biol. Soc. Wash. 111(4): 823-828.

De León-González, J.A. A. Rodríguez-Valencia 1996. Orbiniidae (Polychaeta) from soft bottom of the western coast of Baja California Peninsula, Mexico. Bull. Mar. Sci. 58(3): 169-174.

De León-González, J.A. & G. Góngora-Garza 1992. Soft-bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, México. 3. A new species of *Ceratocephale* (Nereididae). Cah. Biol. Mar. 33: 417-424.

De León-González, J.A. & V. Solís-Weiss 1998. The genus *Perinereis* (Polychaeta: Nereididae) from Mexican littorals with the redescription of *P. anderssoni* and *P. elenacasoae*. Procc. Biol. Soc. Wash. 111(3): 674-693. (USA).

De León-González, J.A. 1990a. *Eunice orensanzi*, a new eunicid polychaete from the western coast of Baja California Sur, Mexico: with a key to the known mexican species of *Eunice*. Rev. Biol. Trop. 38 (2A): 259-266

De León-González, J.A. 1990b. Dos serpúlidos nuevos para el Pacífico mexicano y duplicidad opercular en *Hydroides crucigerus* (Polychaeta: Serpulidae). Rev. Biol. Trop. 38 (2A): 335-338.

De León-González, J.A. 1991a. Poliquetos de fondos blandos de la costa occidental de Baja California Sur, México. I. Pilargidae. Cah. Biol. Mar., 32: 311-321.

De León-González, J.A. 1992. Soft bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, México. II. Poecilochaetidae. Cah. Biol. Mar. 33: 109-114.

De León-González, J.A. 1994. Soft bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, Mexico. 4. Onuphidae. Cah. Biol. Mar. 35: 57-67.

De León-González, J.A. 1998. Spionidae and Opheliidae (Annelida: Polychaeta) from the western coast of Baja California, Mexico. Bull. Mar. Sci. 60 (1): 7-16

De León-González, J.A. y V. Solís-Weiss 2000. A review of the Polychaete family Nereididae from western Mexico. Bull. Mar. Sci. 67 (1): 1-20.

De León-González, J.A. y V. Solís-Weiss 2001. Two new species of Nereis (Polychaeta: Nereididae) from the Mexican Pacific. Procc. Biol. Soc. Wash. 114(4): 881-886.

DE VRIEND, H. 1991. Mathematical modeling and large scale coastal behavior: Part I. Physical processes*.* *Journal of Hydraulic Research*, **29**, 727-740.

DHI. 1994. Hydrodynamic module. User´s guide, realese 2.4, General utilities, Danish Hydraulic Institute, Horsolm, Denmark, 76 p.

Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, 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. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 6 de Marzo:1-85.

Díaz-Castañeda, V. & J.A. de León González (en revisión). Contribución al conocimiento de las comunidades de anélidos poliquetos de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *En*: Bahía Magdalena, Estudios Ecológicos. CICIMAR-IPN.

Downes, B.J., P.S. Lake, E.S.G. Schereiber and Glaister. 2000. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. Oecologia, 123: 269-581.

DURAZO, A.R. Y T.R. BAUMGARTNER. 2001. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*, **54**, 7-31.

ELIAS, E.P.L., J. CLEVERINGA, M.C. BUIJSMAN, J.A. ROELVNIK Y M.J.F. STIVE. 2006. Field and model dat analysis of sand transport patterns in Texel Tidal Inlet (the Netherlands). *Coastal Engineering*, **53**, 505-529.

Fauchald, K. 1968. Onuphidae (Polychaeta) from Western Mexico. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 3: 1-82.

Fauchald, K. 1970. Polychaetous annelids of the families Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, Arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleidae from Western Mexico. *Ibid*. 5: 1-135.

Fauchald, K. 1972. Benthic polychaetous annelids from deep water off Western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. *Ibid*. 7: 1-575.

FIGUEROA-GONZÁLEZ, J.C. 2002. Circulación superficial considerando geostrofía y la deriva de Ekman, entre Ensenada, B.C. y San Carlos, B.C.S. durante 1999. Tesis profesional, UABC, Ensenada, B.C. 60 p.

Flores,E.Z. 1998. Geosudcalifornia. Geografía, agua y ciclones. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. Pp 277

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources Reports No. 94. Roma. 334 pp.

FOREMAN, M.G.G. 1977. Manual for tidal heights analysis and prediction. Pac. Mar. Sci, Inst. of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney, B.C. Rep. 77-10, 97 pp.

FOREMAN, M.G.G. 1978. Manual for tidal heights analysis and prediction. Pac. Mar. Sci, Inst. of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney, B.C. Rep. 78-6, 70 pp.

FRÍAS V. Y C. MORENO. 1988. Ingeniería de costas. Limusa, pp. 339.

Garate-Lizarraga I., M.L. Hernández-Orozco, C. Band-Schmidt and G. Serrano-Casillas. 2001. Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). Oceánides, 16(2):127-134.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 pp

García-Hernández V. C. (1998). Distribución de macroalgas asociadas a bancos de abulón en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S., México. 129 pp.

García-Hernández V. C. (1998). Distribución de macroalgas asociadas a bancos de abulón en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S., México. 129 pp.

GAUL, R. D. Y S. B. JR. HARRIS. 1960. Nearshore currents off San Diego, California. *Journal of Geophysical Research*, **65**(5): 1543-1556.

Gaxiola Castro G., S. Nájera de Muñoz, y S. Álvarez Borrego. 1987. Fitoplancton de invierno del océano Pacifico mexicano. Winter Phytoplankton of the Mexican Pacific Otean. Ciencias Marinas. 13(4):129-135.

GODÍN, G. 1972. The analysis of tides. Toronto University Press, 264 pp.

GONZÁLEZ-CALVILLO, A. Y L. A. CUPUL-MAGAÑA. 1986. Causas de erosión en Playas de Tijuana, B.C. durante el período 1975-1985. *Ciencias Marinas*, **12**(3): 82-94.

Grassle, J.F. y J.P. Grassle 1977. Temporal adaptations in sibiling species Of *Capitella*. Pp. 177-190. *En*. Ecology of Marine Benthos. B.C. Coull (ed.), Univ. S. Carolina.

GRAVENS, M.B., N. KRAUS Y H. HANSON. 1991. GENESIS: A Generalized Shoreline Change Model for Engineering Use, Report 2, Technical Reference. Technical Report CERC-89-19, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center**,** Vicksburg, MS.

Guiry, M.D. 2006. *AlgaeBase version 4.1*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; searched on 02 August 2006.

Guiry, M.D. 2006. *AlgaeBase version 4.1*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; searched on 02 August 2006.

Hartman, O. 1939. New species of polychaetous annelids from southern California. Univ. Calif. Publ. Zool. 7: 159-171.

Hartman, O. 1940. Polychaetous annelids, 2. Chrysopetalidae to Goniadidae. Allan Hancock Pac. Exped. 7: 173-287.

Hartman, O. 1944. Polychaetous annelids, 5. Eunicea. Allan Hancock Pac. Exped. 10: 1-237.

Hartman, O. 1947. Polychaetous annelids, 7. Capitellidae. Allan Hancock Pac. Exped. 10: 391-481.

Hartman, O. 1950. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. Allan Hancock Pac. Exped. 15: 1-181.

Hartman, O. 1957. Orbiniidae, Apistobranchidae, Paraonidae and Longosomidae (=Heterospionidae). Allan Hancock Pac. Exped. 15: 211-393.

Hernández-Trujillo S., F. Gómez-Ochoa y G. Verdugo-Díaz. 2000. Dinámica del plancton en la región sur de la Corriente de California. Rev. Biol. Trop. 49(1):15-30.

HICKEY, B. M. 1979. The California Current system, hypotheses and facts. *Progress in Oceanography*, 191-279.

HICKEY, B.M. 1998. Coastal oceanography of western North America from the tipo f Baja California to Vancouver Islands: Coastal segment. The Sea, 11, eds. A.R. Robinson y K.H. Brink, New York, John Wiley and Sons, 345-391.

Howell, S.N.G. 2001. Regional Distribution of the Breeding Avifauna of the Baja California Peninsula. *In* Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy

(R.A. Erickson and S.N.G. Howell, eds.) Monographs in Field Ornithology. No. 3. Amer. Birding Assoc. Colorado Springs.

Howell, S.N.G., R.A. Erickson, R.A. Hamilton & M.A. Patten. 2001. An Annotated Checklist of the Birds of Baja California and Baja California Sur. *In* Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy (R.A. Erickson and S.N.G. Howell, eds.) Monographs in Field Ornithology. No. 3. Amer. Birding Assoc. Colorado Springs.Aguirre-Hernández E., G. Gaxiola-Castro, S. Nájera-Martínez, T. Baumgartner, M. Kahru, B. G. Mitchell. 2004. Phytopankton absorption, photosynthetic parameters and primary production off Baja California: summer and autumn 1998. Deep-sea Research II51 799-816.

INEGI, 2010, XI Censo General de Población y Vivienda de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía.

INEGI, 2010, Conteo 1995 de Población y Vivienda de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.

INEGI, 1996. Estudio Geohidrológico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Ags,

INEGI, 1997, División Territorial del estado de BCS 1810 a 1995, México.

INEGI, 1999, Indicadores de empleo y desempleo, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 2010, Anuario Estadístico del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 2010, Cuaderno Estadístico Municipal de San Cristóbal, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.

INEGI, 2010, Anuario Estadístico del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 2010, XII Censo General de Población y Vivienda del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI., 1982. Carta Topográfica: G11B38, esc. 1: 50 000

KOMAR, P. D. 1974. Beach processes and sedimentation. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 427 pp.

KOMAR, P.D. Y D.L. INMAN. 1970. Longshore sand transport on beaches. *Jour. Geophys. Res*., **75** (30): 5914-27.

LARA-LARA, J.R. Y C. BAZÁN-GUZMÁN. 2005. Distribución de clorofila y productividad primaria por clases de tamaño en la costa del Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*, **31**(1A):11:21.

LARIOS-CASTILLO, S. I. 1997. Características de la circulación en la región costera entre Tijuana y San Quintín, Baja California, México, durante octubre de 1995 y junio de 1996. Tesis de Maestría, UABC, Ensenada, B.C.

León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro y A. Breceda. 2000. A transitional xerophitic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. Journal of Vegetation Science. Vol 11, No. 4: 555-564.

León de la Luz, J. L., Rocío Coria B. y J. Cansino. 1994. Listados florísticos de México: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Serie Listados Florísticos de México, Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 29 p.

León de la Luz, J. L.; J. Cancino H.; L. Arriaga C. Asociaciones Fisonómico-florísticas y Flora. 1991. en: L. Arriaga y A. Ortega. El Desierto Vizcaíno. Publicación 2 del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C. p 145-175.

LLUCH-BELDA, D. 2000. Centros de Actividad Biológica en la costa occidental de Baja California. En: LLUCH-BELDA D., J. ELORDUY-GARAY, LLUCH-COTA S. Y G. PONCE-DÍAZ. Centros de Actividad Biológica (BACS) en el Noroeste de México. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT, pp-49-64.

LONGUET-HIGGINS, M.S. 1970. Longshore currents generated by obliquely incident sea waves, *Journal of Marine Research*, **XI** (3): 13-22.

López-Ramos, E. 1979. Geología de México Tomo II. UNAM, México,

LYNN, R.J. Y J.J. SIMPSON. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, **92**: 12,947-12,966.

MARINONE, S.G. Y M.F. LAVÍN. 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: M.F. LAVÍN (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, 113-138 pp.

MEDINA-FUENTES, E. 2003. Modelación de trayectorias de los derrames de hidrocarburos frente a las costas de Rosarito, B.C., México. Tesis Profesional, UABC, Ensenada, B.C., 44 p.

MICHAUD, F., T. CALMUS, M. SOSSON, J.Y. ROYER, J. BURGOIS, A. CHABERT, F. BIGOT-CORMIER, B. BANDY, C. MORTERA-GUTIÉRREZ Y J. DYMET. 2005. La zona de falla Tosco-Abreojos: un sistema lateral derecho activo entre la placa del Pacífico y la Península de Baja California. Boletín de la Soc. Geológica Mexicana, Vol. Conmemorativo del Centenario Grandes Fronteras Teutónicas de México, Tomo LVII, No. 1, pp. 53-63.

Millán-Núñez E., M.E.Sieracki, R. Millán-Núñez, J.R. Lara-Lara, G. Gaxiola-Castro and C. C. Trees. 2004. Specific absorption coefficient and phytophankton biomasa in the southern region of the California Current. Deep-Sea Research II 51 817-826 pp.

Millán-Núñez E., y D.H. Loya-Salinas. 1993. Variabilidad temporal del fitoplancton en una zona costera del noroeste de Baja California. Ciencias Marinas. 19(1):61-74.

Millán-Núñez R., E. Ripa Soleno y L. A. Aguirre Buenfil. 1987. Estudio preliminar en la composición y abundancia del fitoplancton y clorofilas en la laguna Ojo de Liebre, BCS. Ciencias Marinas 13(1):30-38.

National Weather Service via el NOAAPORT con el servicio de datos de satélite http://weather.unisys.com/hurricane/index.html,.

Orellana, C. E., V. Gendrop F. y F. Arredondo G., 1987. El fitoplancton superficial del estero "El Cardón" B. C. S. (nov. 1978-jun. 1979). *Mem. V Simp. Biol. Mar. UABCS:* 9-15.

Rangin, C., 1979. Evidence for superimposed subduction and collision proceses during Jurassic-Cretaceous times along Baja California continental borderland. In: Abbott, P. L. And Gastil, R.G. (Eds.). Baja California Geology. Departament of Geol. Sciences, San Diego Univ. Field-Trip Guidebook for the 1979 Geol. Soc. of Amer. Meeting, San Diego, Ca. P. 37-52.

Reish, D. 1957. The relationship of the polychaetous annelid Capitella capitata (Fabricius) to waste discharge of biological origin. Pp. 195-200. *En*: Biological problems in Water Pollution. U.S. Public Health Serv., Washington.

RICO, A. Y H. DEL CASTILLO. 1990. La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Volumen I. LIMUSA, 459 p.

Rioja, E. 1947. Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de Baja California y Mar de Cortés. An. Inst. Biol. UNAM 18: 197-224.

Rioja, E. 1963. Algunos anélidos poliquetos de las costas del pacífico de México. An. Inst. Biol. UNAM 33: 131-229.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México D.F. 431 p

Salazar-Vallejo, S.I., J.A. de León González & H. Salaices 1989. Poliquetos (Annelida-Polychaeta) de México. Univ. Auton. Baja Calif. Sur, Libros Universitarios, 210 pp.

Salinas, C., R. Coria y E. Díaz. 1991. Climatología y Meteorología. In: L. Arriaga y A. Ortega. El Desierto Vizcaíno. Publicación 2 del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C. p 95-115.

Sánchez Pérez Elvia Denisse 2005. Áreas Biogeográficas A Partir De Curvas Espectrales De Absorción De Luz Por Fitoplancton En Aguas Costeras De Baja California Durante Julio Del 2001. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma De Baja California Facultad De Ciencias Marinas.

Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F. y Speed, R.C. 1993. Tectono-Stratigraphic terrones and tectonic evolution of México. Geological Society of America Special Paper 278, 153 p.

Servicio Sismológico Nacional (SSN)., 2004. Bol. Sismológico Nacional. (en línea) disponible en : http://www.ssn.unam.mx/.

SHWARTZLOSE, A. Y J. L. REID. 1972. Near-shore circulation in the California Current. CALCOFI Report, 16: 57-65.

Simon,J.L. y D.M. Dauer 1977. Reestablishment of a benthic community following natural defaunation. pp. 139-154. *En* Ecology of Marine Benthos. B.C. Coull (ed.), Univ. S. Carolina.

TROYO-DIÉGUEZ, S., O. ZAYTSEV, M. SALDÍVAR-REYES Y A. LEÓN-MANILLA. 2005. Estudio de ondas gravitacionales en la Plataforma Pacifica de Baja California Sur. Resumen, http://www.ugm.org.mx/pdf/geos02-2/OCE02-2.pdf

Wiggins, I. L. 1969. OBSERVATIONS ON VIZCAINO DESERT AND ITS BIOTA. Procc. Of the California Academy of Sciences. 4th. Ser. Vol XXXVI, No. 11: 317-346

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press., Stanford, CA. 1025 p.

Responsiva ante la autoridad ambiental

LOS ABAJO FIRMANTES, DECLARAN BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO **"CULTIVO Y ENGORDA DE MOLUSCOS BIVALVOS DE INTERÉS COMERCIAL EN EL ESTERO SAN VICENTE, MUNICIPIO DE COMONDÚ, BAJA CALIFORNIA SUR, B.C.S."** ES REAL Y FIDEDIGNA Y LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

SOMOS CONCIENTES Y TENEMOS CONOCIMIENTO DE QUE LA RESPONSABILIDAD RESPECTO DEL CONTENIDO DEL DOCUMENTO CORRESPONDE AL PRESTADOR DE SERVICIOS O, EN SU CASO, A QUIEN LO SUSCRIBA. SI SE COMPRUEBA QUE EN LA ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS EN CUESTIÓN LA INFORMACIÓN ES FALSA, EL RESPONSABLE SERÁ SANCIONADO DE CONFORMIDAD CON EL CAPÍTULO IV DEL TÍTULO SEXTO DE LA LEY, SIN PERJUICIO DE LAS SANCIONES QUE RESULTEN DE LA APLICACIÓN DE OTRAS DISPOSICIONES JURÍDICAS RELACIONADAS.

PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL	
NOMBRE:	C. [redacted]
CARGO:	REPRESENTANTE LEGAL
FIRMA	[redacted]
CONSULTOR	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	[redacted]
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO:	[redacted]
CARGO:	
CEDULA PROFESIONAL:	
FIRMA	[redacted]