Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

COLIMA
Gobierno del Estado

Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SOMETIDO A LA ATENTA CONSIDERACIÓN DE LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).

PROMOVENTE:

GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.

DOMICILIO Y TELÉFONOS:

Complejo Administrativo de Gobierno del Estado de Colima, Edificio "A", Planta alta, calle lateral del Tercer Anillo Periférico s/n esquina con Ejército Mexicano, Colonia El Diezmo C.P. 28010, Colima, Colima, México.

[redacted]

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS _____ 7
ÍNDICE DE TABLAS _____ 10
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.___ 14
I.1 Datos generales del proyecto. _____ 14
I.1.1 Nombre del proyecto 14
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 14
I.1.3 Duración del proyecto 14
I.2 Datos generales del promovente _____ 14
I.2.1 Nombre o razón social 14
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 14
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente 14
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones 15
I.3 Nombre del responsable técnico del estudio. _____ 15
I.3.1 Nombre de colaboradores técnicos del estudio 15
I.3.2 CURP y Número de Cedula Profesional 15
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. _____ 16
II.1 Información general del proyecto _____ 16
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 16
II.1.2 Justificación 21
II.1.3 Ubicación física 23
II.1.4 Inversión requerida 26
II.2 Características particulares del proyecto _____ 27
II.2.1 Programa General de Trabajo 40
II.2.2 Representación gráfica regional 43
II.2.3 Representación gráfica local 44
II.3 Etapas de preparación del sitio y construcción _____ 45
II.3.1 Preliminares: Protocolo estandarizado de limpieza y acondicionamiento de ex-buques 45
II.3.2 Etapa de preparación del sitio 45
II.3.3 Etapa de construcción 46
II.3.4 Utilización de explosivos 46
II.3.5 Operación y mantenimiento 47
II.3.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 49
II.3.7 Residuos 49

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO ____ 50

III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET). ____ 51

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 51

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima (POETEC) 55

III.1.3 Programa de Ordenamiento Pacifico Centro Sur (POEMGC) 61

III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Subcuenca Laguna de Cuyutlán 61

III.1.5 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local de Municipio de Manzanillo (POETEL) 62

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. ____ 70

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 70

III.2.2 Áreas Protegidas Estatales 70

III.2.3 Regiones Hidrológicas prioritarias para la biodiversidad...71

III.2.4 Regiones Terrestres prioritarias para la biodiversidad.....72

III.2.5 Regiones Marinas prioritarias para la biodiversidad.....73

III.2.5.1 Sitios Marinos Prioritarios.....75

III.2.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) 76

III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU) ____ 77

III.3.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Manzanillo 77

III.4 Normas Oficiales Mexicanas ____ 82

III.5 Otros instrumentos a considerar ____ 84

III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 84

III.5.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 85

III.5.3 Ley General de Vida Silvestre 86

III.5.4 Ley General de Bienes Nacionales 87

III.5.5 Ley de Vertimientos 88

III.5.6 Plan Nacional de Desarrollo PND 2025-2030 88

III.5.7 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 89

III.5.8 Plan Estatal de Desarrollo Colima 2021-2027 89

III.5.9 Plan Municipal de Desarrollo Manzanillo 2024-2027..... 91

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 91

IV.1 Delimitación del Área de Influencia. 91

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental 92

IV.3 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental 94

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del sistema ambiental 94
IV.3.1.1 Medio abiótico 94
IV.3.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 94
IV.3.1.1.2 Geomorfología 98
IV.3.1.1.2.1 Fisiografía 100
IV.3.1.1.2.2 Características geomorfológicas importantes 100
IV.3.1.1.2.2.1 Relieve 101
IV.3.1.1.2.2.2 Presencia de fallas y fractura 101
IV.3.1.1.2.2.3 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica. 103
IV.3.1.1.3 Suelos 104
IV.3.1.1.4 Agua 105
IV.3.1.1.4.1 Hidrología superficial y subterránea 105
IV.3.1.1.5 Zona marina en área del proyecto 107
IV.3.1.1.5.1 Batimetría en el sitio del proyecto 107
IV.3.1.1.5.2 Tipo de sustrato marino en el sitio del proyecto 108
IV.3.1.1.5.3 Aspectos de oceanografía física en el área del proyecto 108
IV.3.1.1.5.3.1 Modelación de corrientes en el área del proyecto 108
IV.3.1.1.5.3.2 Oleaje en el área del proyecto 110
IV.3.1.1.5.4 Análisis de vulnerabilidad de playas respecto al cambio climático 112
IV.3.1.1.5.5 Aspectos fisicoquímicos del agua marina en zona del proyecto 115
IV.3.1.2 Aspectos bióticos 119
IV.3.1.2.1 Vegetación terrestre 119
IV.3.1.2.2 Fauna 121
IV.3.1.2.3 Fauna marina 126
IV.3.1.2.4 Biota bentónica en el área del proyecto 129
IV.3.1.3 Medio socioeconómico 135
IV.3.1.4 Paisaje 141

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 145

V.1.1 Indicadores de impacto 152
V.1.1.2 Redes de Interacción 154
V.1.2 Matriz de identificación de impactos 155
V.2 Valoración de los impactos 159
V.2.1 Metodología para la valoración de impactos 159
V.2.2 Matriz de cribado 162
V.2.3 Valores de las Afectaciones 169
Subsistema Físico – Natural 169
Subsistema Biótico 170
Subsistema Perceptual 171
Subsistema Socioeconómico 171
V.3 Conclusiones 172
V.4 Memoria de cálculo de la caracterización y evaluación de impactos 173
V.5 Muestra la valoración de los impactos sobre los factores ambientales involucrados en el proyecto en un arreglo por obra o actividad. 180
V.6 Fichas de descripción de los impactos identificados por componente ambiental 182
V.7 Ficha de descripción de los impactos adversos identificados por obra o actividad 188
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 193
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 193
VI.1.1 Programa de ejecución de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales para las etapas preliminar, preparación del sitio y construcción (hundimiento de los ex buques y artefactos arrecifales artificiales) 194
VI.1.2 Programa de Manejo Ambiental (PMA) para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto 198
VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental (incluye monitoreo ambiental). 212
VI.2.1 Monitoreo ambiental 212
VI.2.2 Planes de prevención y manejo de contingencias ambientales 212
VI.3 Seguimiento y control 212
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para las fianzas. 213

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS _____ 215

VII.1 Descripción y análisis del escenario actual sin proyecto. _____ 215

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto _____ 217

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación _____ 219

VII.4 Pronóstico ambiental _____ 223

VII.5 Evaluación de alternativas. _____ 225

VII.6 Conclusiones _____ 225

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES _____ 227

VIII.1 Presentación de la información _____ 227

VIII.1.1 Cartografía 228

VIII.1.2 Fotografías 228

IX. REFERENCIAS _____ 229

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa de la ubicación del sitio de estudio en el plano regional. 24
Figura 2. Fotografía del ex buque ARM "Cora" (ARE-04) de la Armada de México cuyo casco fue donado al Gobierno del Estado de Colima para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través de su hundimiento en Manzanillo, Colima 28
Figura 3. Fotografía de la ex patrulla oceánica "Baranda" (PO-123) de la Armada de México cuyo casco fue donado al Gobierno del Estado de Colima para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través de su hundimiento en Manzanillo, Colima 29
Figura 4. Vistas fotográficas de la barra de refuerzo vertical de la barrera ELASTEC MaxiMax 33
Figura 5. Representación gráfica regional de las obras del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo Colima 44
Figura 6. Representación gráfica regional de las obras del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda" 45
Figura 7. Región ecológica 8.33 compuesta por las Unidades Ambientales Biofísicas No. 119 "Lomeríos de la costa de Jalisco y Colima" con aptitud de protección, aprovechamiento sustentable y restauración de prioridad alta. 51
Figura 8. Unidades de Gestión Ambiental 41 "Peña Blanca" y 44 "Miramar" del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (POETEC) 55
Figura 9. Polígono del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán 62
Figura 10. Unidad de Gestión Ambiental 60 La Punta del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local de Municipio de Manzanillo. 63
Figura 11. Áreas Naturales Protegidas próximas al Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 70
Figura 12. Región Hidrológica Prioritaria para la biodiversidad, denominada Río Purificación-Armería que se encuentra dentro de la zona del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 72
Figura 13. Mapa que muestra parte de la Región Terrestre Prioritaria para la biodiversidad Manantlán-Volcán de Colima que se encuentra alejado de la delimitación del sistema ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 73
Figura 14. Región Marina Prioritaria para la biodiversidad Punta Graham-El Carrizal se encuentran cerca del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 75

Figura 15. Sitios Marinos Prioritarios para la biodiversidad, Laguna de Cuyutlán – Río Armería se encuentra dentro del Sistema Ambiental Terrestre y Marino del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 76
Figura 16. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) Laguna de Cuyutlán y Estero Palo Verde, fuera del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 77
Figura 17. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de "Manzanillo", fuera del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 79
Figura 18. Delimitación en el Área de influencia en Manzanillo, Colima 92
Figura 19. Mapa de delimitación del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 94
Figura 20. Mapa del clima predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 95
Figura 21. Climograma (1991-2020) de la Estación Camotlán de Miraflores clave 6004, elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 96
Figura 22. Intervalo de temperatura predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 96
Figura 23. Rango de precipitación predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 97
Figura 24. Evapotranspiración (mm) en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 97
Figura 25. Huracanes que han impactado en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 98
Figura 26. Provincia Geológica No. 16, Complejo Orogénico de Guerrero-Colima, de edad Mesozoica, origen vulcano sedimentario y ambiente arco submarino..... 99
Figura 27. Fisiográfica predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 100
Figura 28. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 101
Figura 29. Fallas registradas en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 102
Figura 30. Regionalización sísmica de la República Mexicana 104
Figura 31. Mapa de suelos en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 105
Figura 32. Región hidrológica Costa de Jalisco a la que pertenece el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 106
Figura 33. Subcuenca hidrológica Laguna de Cuyutlán a la que pertenece el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima. 106
Figura 34. Batimetría del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 107

Figura 35. Vista submarina de las planicies de arena carentes de comunidades bentónicas visible en el sustrato marino en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 108
Figura 36. Comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial, en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima 110
Figura 37. (a) Caracterización de la dirección del oleaje y (b) trenes de olas que arriban en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima..... 111
Figura 38. Tendencia del incremento nivel del mar en el Puerto de Manzanillo, Colima desde 1954 hasta 1984 114
Figura 39. Rutas de los fenómenos meteorológicos que se han presentado en las costas de Manzanillo, Colima en el periodo 1945-2023 115
Figura 40. Ubicación de las estaciones de muestreo y comportamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) 117
Figura 41. Vegetación característica en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 120
Figura 42. Vista del sustrato marino de tipo arenoso, asociado a la zona donde se ubicará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima 131
Figura 43. Vista del sustrato marino mixto arenoso, asociado a la zona donde se ubicará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima..... 132
Figura 44. Porcentaje de grupos fitoplactónicos en la zona donde se ubicará el SAAC 132
Figura 45. Especies de dinoflagelados presentes en la zona del Sistema Arrecifal Artificial de Colima durante el muestreo efectuado el 23 de enero de 2025 134
Figura 46. Especies de diatomeas presentes en la zona del Sistema Arrecifal Artificial de Colima durante el muestreo efectuado el 23 de enero de 2025 134
Figura 47. Tasa de crecimiento poblacional por municipio en el estado de Colima. Fuente: INEGI, 2020 135
Figura 48. Disponibilidad de servicios y equipamiento del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: INEGI, 2020..... 137
Figura 49. Afiliación de la población a servicios de salud del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: INEGI, 2020..... 137
Figura 50. Nivel de escolaridad de la población residente del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente INEGI, 2020 138
Figura 51. Porcentaje de población con marginalidad dentro del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: CONAPO, 2020 139
Figura 52. Tasa de participación laboral del estado de Colima. Fuente INEGI, 2020 139

Figura 53. Tasa de desocupación laboral del estado de Colima. Fuente INEGI, 2020 140
Figura 54. Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 147
Figura 55. Red de interacción de factores medioambientales en el sitio del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex–buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), En Manzanillo, Colima 155
Figura 56. Impactos identificados por componente ambiental y naturaleza en el área de estudio del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), en Manzanillo, Colima 156
Figura 57. Matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto 167
Figura 58. Valores de las afectaciones por subsistema 169
Figura 59. Afectación del Subsistema Físico – Natural 170
Figura 60. Afectación del Subsistema Biótico 170
Figura 61. Afectación del Subsistema Perceptual 171
Figura 62. Afectación del Subsistema Socioeconómico 171

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla I. Listado de colaboradores técnicos CURP y cedula profesional 15
Tabla II. Cuadro de construcción del polígono para el Sistema Arrecifal Artificial 24
Tabla III. Cuadro de construcción del subpolígono del Museo Subacuático (MUSA 1) dentro del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 25
Tabla IV. Cuadro de construcción del subpolígono del Museo Subacuático (MUSA 2) dentro del Sistema Arrecifal Artificial de Colima 25
Tabla V. Puntos de ubicación geográfica de los ex buques 25
Tabla VI. Información técnica de la barrera ELASTEC MaxiMax 34
Tabla VII. Programa general de trabajo del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima 41
Tabla VIII. Programa de operación y mantenimiento para el proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del

hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima 42
Tabla IX. Programa particular de trabajo para la fase 1 del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima 42
Tabla X. Vinculación del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) con el POETEC 51
Tabla XI. Criterios de regulación ecológica del POEGT y su vinculación con el proyecto 52
Tabla XII. Lineamientos ecológicos del POETEC 56
Tabla XIII. Criterios de regulación ecológica del POETEC y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 58
Tabla XIV. Vinculación del POETEL con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 63
Tabla XV. Criterios de regulación ecológica del POETEL y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 64
Tabla XVI. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Manzanillo y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 81
Tabla XVII. Vinculación de los instrumentos normativos mexicanos vigentes con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 82
Tabla XVIII. Vinculación de la Ley General de Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 84
Tabla XIX. Reglamento de la Ley General de Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente y su relación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 85
Tabla XX. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 86

Tabla XXI. Vinculación de la Ley General de Bienes Nacionales con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 87
Tabla XXII. Vinculación de la Ley Vertimientos con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 88
Tabla XXIII. Vinculación del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 89
Tabla XXIV. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) 91
Tabla XXV. Número de taxas de fauna (cordados) registrados en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 121
Tabla XXVI. Número de taxas de invertebrados registrados en registradas en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 122
Tabla XXVII. Listado de especies de mamíferos presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 122
Tabla XXVIII. Número de taxas de aves presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 123
Tabla XXIX. Listado de especies de reptiles presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 123
Tabla XXX. Taxas de peces presentes en el Sistema Ambiental marino de la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha 126
Tabla XXXI. Listado de especies de peces presentes aledañas a la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima 126
Tabla XXXII. Porcentaje de sedimento, tamaño en Ø y clasificación del sedimento según la escala de Wenthworth 130
Tabla XXXIII. Identificación de los impactos provocados por las actividades del proyecto 149
Tabla XXXIV. Lista de factores ambientales susceptibles de ser alterados con las acciones del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de

Colima a través del hundimiento de los ex – buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), en Manzanillo, Colima 153
Tabla XXXV. Matriz de cribado de los impactos identificados respecto a la naturaleza adversa ("-") o benéfica ("+"), derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto 157
Tabla XXXVI. Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos.160
Tabla XXXVII. Ecuaciones aplicadas para obtener los índices básicos y complementarios 160
Tabla XXXVIII. Ecuaciones aplicadas para obtener la intensidad y la significancia 161
Tabla XXXIX. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia 161
Tabla XL. Categoría de valoración de los impactos ambientales según valor de significancia obtenido 162
Tabla XLI. Matriz de cribado de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto 164
Tabla XLII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto 165
Tabla XLIII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto 168
Tabla XLIV. Resumen del presupuesto de las principales partidas para la ejecución de las medidas de control, prevención y mitigación ambiental en 5 años para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto 213
Tabla XLV. Resumen anualizado del presupuesto global para la ejecución de las medidas de control, prevención y mitigación ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.....215

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

I.1 Datos generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA.

Sector: Turismo.

Subsector: Arrecife Artificial.

Tipo de proyecto: Creación de arrecife artificial mediante el hundimiento de estructuras prefabricadas.

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

El proyecto se ubicará en aguas adyacentes al este de la Península de Juluapan, en el interior de la Bahía de Santiago, en el municipio de Manzanillo, Colima, México.

(ANEXO 1. Mapa de ubicación).

I.1.3 Duración del proyecto.

Se estima una vida útil de 25 años de los pecios y el desarrollo permanente del arrecife artificial.

I.2 Datos generales del promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico, asistida por la Subsecretaría de Turismo

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

RFC: GEC850101415

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

Mtro. Francisco Javier Rodríguez García, Secretario de Desarrollo Económico del Estado de Colima.

(ANEXO 2. Nombramiento de funcionario e identificación oficial)

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones.

Complejo Administrativo de Gobierno del Estado de Colima, Edificio "A", Planta alta, calle lateral del Tercer Anillo Periférico s/n esquina con Ejercito Mexicano, Colonia El Diezmo C.P. 28010 Colima, Colima, México. [redacted]

I.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

M en C. Raziel Meza Yáñez

[redacted]

I.3.2 CURP y Número de Cedula Profesional

[redacted]

ELIMINADO: 5 (cinco) Claves Únicas de Registro de Población (CURP). Fundamento legal: artículo 115 primer párrafo, y 112 fracción V, de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. En virtud de por tratarse de datos personales concernientes personas físicas identificadas e identificables.

ELIMINADO: 5 (cinco) Cédulas Profesionales. Fundamento legal: artículo 115 primer párrafo, y 112 fracción V, de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. En virtud de por tratarse de datos personales concernientes personas físicas identificadas e identificables.

[redacted]

ELIMINADO: 1 (una) Clave Única de Registro de Población (CURP). Fundamento legal: artículo 115 primer párrafo, y 112 fracción V, de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. En virtud de por tratarse de datos personales concernientes personas físicas identificadas e identificables.

ELIMINADO: 1 (una) Cédula Profesional. Fundamento legal: artículo 115 primer párrafo, y 112 fracción V, de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. En virtud de por tratarse de datos personales concernientes personas físicas identificadas e identificables.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

Los océanos, el bioma más extenso del planeta Tierra, cubren aproximadamente 361 millones de km², con una profundidad media de 3,730 m, lo que representa cerca del 71% de superficie terrestre. Estos vastos ecosistemas albergan una extraordinaria diversidad de flora y fauna, desempeñando un papel fundamental en el equilibrio ecológico global (Jaume & Duarte, 2006).

Debido a su ubicación geográfica, donde se traslapan dos regiones biogeográficas: la neártica (característica de Norteamérica) y la neotropical (propia de Centroamérica y Sudamérica), México alberga especies representativas de ambas zonas, así como un importante número de especies endémicas producto de esta transición. Es considerado un país megadiverso, influenciado por el océano Atlántico centro-occidental y el Pacífico centro-oriental, lo que le confiere una notable diversidad biológica y ecosistémica. Además, cuenta con una zona marina que es 1.6 veces mayor que su superficie terrestre, lo que lo posiciona entre los países con mayor extensión marina tanto en el Pacífico como en el Atlántico. México también es el único país que posee un mar exclusivamente propio: el Golfo de California. Desde la árida península de Baja California hasta la península de Yucatán, pasando por las extensas

(ANEXO 2. Nombramiento de funcionario e identificación oficial)

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones.

Complejo Administrativo de Gobierno del Estado de Colima, Edificio "A", Planta alta, calle lateral del Tercer Anillo Periférico s/n esquina con Ejercito Mexicano, Colonia El Diezmo C.P. 28010 Colima, Colima, México. [redacted]

I.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

M en C. Raziel Meza Yáñez

[redacted]

I.3.2 CURP y Número de Cedula Profesional

[redacted]

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

Los océanos, el bioma más extenso del planeta Tierra, cubren aproximadamente 361 millones de km², con una profundidad media de 3,730 m, lo que representa cerca del 71% de superficie terrestre. Estos vastos ecosistemas albergan una extraordinaria diversidad de flora y fauna, desempeñando un papel fundamental en el equilibrio ecológico global (Jaume & Duarte, 2006).

Debido a su ubicación geográfica, donde se traslapan dos regiones biogeográficas: la neártica (característica de Norteamérica) y la neotropical (propia de Centroamérica y Sudamérica), México alberga especies representativas de ambas zonas, así como un importante número de especies endémicas producto de esta transición. Es considerado un país megadiverso, influenciado por el océano Atlántico centro-occidental y el Pacífico centro-oriental, lo que le confiere una notable diversidad biológica y ecosistémica. Además, cuenta con una zona marina que es 1.6 veces mayor que su superficie terrestre, lo que lo posiciona entre los países con mayor extensión marina tanto en el Pacífico como en el Atlántico. México también es el único país que posee un mar exclusivamente propio: el Golfo de California. Desde la árida península de Baja California hasta la península de Yucatán, pasando por las extensas

costas del Pacífico, el país destaca por su riqueza en especies y por su variado sistema genético, lo que contribuye a la conformación de una compleja red de ecosistemas tanto terrestres como marinos. Sus litorales, ricos en recursos naturales, subrayan la importancia estratégica de su superficie marina (Bridgewater, 2007; Lara-Lara et al., 2008).

En este contexto, el estado de Colima se localiza en la zona del Pacífico Central Mexicano, un área influenciada por características oceanográficas particulares que le otorgan condiciones ideales para una alta diversidad de especies marinas. La presencia de la Corriente de California y la Corriente Costera Mexicana provocan condiciones ideales para la proliferación de la productividad primaria. Aunado a esto, esta zona tiene una plataforma continental estrecha (entre 5 y 12 km), con una batimetría costera sinuosa, a unos 100 km de la costa se encuentra la trinchera mesoamericana, alcanzando profundidades superiores a los 5,000 m y presencia de cañones submarinos (Lugo-Hubp et al., 1990). Estos contribuyen a los patrones dinámicos de la zona, ya que facilitan la formación de surgencias costeras al interactuar con los patrones locales de viento y esto se refleja en la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos (Olivos-Ortiz et al., 2016).

Colima es uno de los estados más pequeños de México; sin embargo, posee un litoral de aproximadamente 157 km que se extiende a lo largo de los municipios de Armería, Tecomán y Manzanillo (CONABIO, 2016). Este último destaca por su diversidad de micro hábitats, como lagunas costeras, playas, dunas, arrecifes de coral e islotes, lo que le confiere una alta biodiversidad marina y un notable potencial turístico sustentado en sus recursos naturales (Silva-Iñiguez et al., 2007; Drius et al., 2019; Quiroz-Villanueva et al., 2022).

Manzanillo presenta una geomorfología costera accidentada, con dos bahías principales: Manzanillo y Santiago. La Bahía de Manzanillo, con una extensión de 7.1 km, es la más importante desde el punto de vista económico, ya que alberga las instalaciones del Puerto de Manzanillo. Está delimitada al noroeste por Punta Santiago y al sur por Punta Ventanas, y se conecta con las lagunas de Cuyutlán y San Pedrito. Sus playas más frecuentadas con fines recreativos son Las Brisas y Playa Azul (Silva-Iñiguez et al., 2013).

Por su parte, la Bahía de Santiago es una de las seis grandes bahías del Pacífico Mexicano entre Cabo Corrientes y Salina Cruz está limitada al oeste por Punta Juluapan y al este por la Punta de la Audiencia o Santiago. Rodeada de terrenos escarpados y atravesada por varios arroyos, en su zona norte se eleva el Cerro El Toro, que alcanza los 835 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a su dinámica costera, la región de Manzanillo presenta un régimen de olas largas y de altura considerable (Lancin & Carranza, 1976). Gracias a la riqueza natural de sus playas, Manzanillo se ha consolidado como uno de los destinos turísticos más importantes del estado de Colima. Su infraestructura turística incluye hoteles de diversas categorías, campos de golf y restaurantes, convirtiéndolo en un motor clave para el desarrollo económico del municipio y la región (Pérez et al., 2013). Además, la diversidad de sus playas permite la práctica de múltiples deportes acuáticos, como paseos en barco, buceo, esnórquel, surf, motos acuáticas, kayak y banana boat (Silva-Iñiguez et al., 2013; Hernández, 2013).

En este contexto, El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), Asistida por la Subsecretaría de Turismo (SUBSECTUR Colima), en colaboración con la Secretaría de Marina (VI Región Naval), el H. Ayuntamiento de Manzanillo y el Instituto para el Medio Ambiente y

Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (IMADES), impulsaron la iniciativa de fortalecer y diversificar la oferta turística en la Bahía de Santiago. Como parte de esta estrategia, se ha propuesto la creación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de ex buques, una medida replicable con un alto impacto social y ambiental, que se alinea con el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 y con los Intereses Marítimos Nacionales. Esta iniciativa no solo busca incrementar el capital natural de las costas colimenses, sino también dejar un legado para las futuras generaciones. La participación de empresas privadas será clave en el financiamiento y ejecución del proyecto.

Con base en los estudios técnicos realizados por el Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP) ANEXO 3. Estudios técnicos de línea base, se entiende que esta región costera reúne las condiciones de calidad ambiental, profundidades necesarias para el hundimiento de estructuras y que éstas puedan fungir como refugio de especies marinas.

El actual proyecto tiene como propósito la creación de un arrecife artificial a través del hundimiento de los ex – buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) de la Armada de México que han causado baja del Servicio Activo de la Armada de México a fin de consolidar en un máximo de cinco años el Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), creando un sitio para la conservación de la vida marina. Los ex buques serán sometidos al mismo "Protocolo Estandarizado de Limpieza y Acondicionamiento" debidamente certificados por el Comité Interinstitucional integrado para tales efectos, notificando en tiempo y forma a la SEMARNAT el alistamiento de cada uno de los siguientes ex buques, y programando la fecha de hundimiento una vez que se cuente con la aprobación de dicha institución.

La limpieza y preparación de los ex buques para cumplir su función consistirá en el retiro de fluidos combustibles (diésel), aceites, fluidos hidráulicos, etc., retiro de equipos y materiales que pueden corroerse, etc. También se adecuarán y abrirán espacios para el acceso de las corrientes de agua, la luz natural que pueda filtrarse en las profundidades del mar y para facilitar el acceso cómodo y seguro de practicantes del buceo autónomo o libre, tal como se desglosan las actividades en la Ruta Crítica General del proyecto (ANEXO 4. Ruta Crítica).

Las actividades de limpieza serán realizadas por un contratista privado, pero serán realizadas en el Centro de Reparaciones Navales Número Catorce (CENREPMANZ 14) Manzanillo, Col. Una vez realizada la limpieza total de los ex buques se programará una visita por parte del "Comité Interinstitucional" que emitirá un certificado que avale los trabajos realizados.

El hundimiento de los ex buques se realizará mediante cargas de corte lineal accionadas mediante transmisión remota, las cuales provocarán el ingreso masivo de agua de mar a los ex buques, provocando la inmersión controlada. La instalación del sistema para provocar el hundimiento será realizada por personal de la Secretaría de Marina siguiendo los protocolos establecidos para ello.

Por otra parte, el museo subacuático es otra de las acciones que se quiere implementar en la Bahía de Santiago, el cual quedará considerado dentro del polígono del SAAC, donde se pretende introducir algunos artefactos navales, mismos que serán igualmente sometidos a los procedimientos de limpieza y acondicionamiento. Además, se prepararán estructuras arrecifales con formas esculturales diversas siguiendo una temática similar a la del Museo Subacuático de Arte (MUSA) que se encuentra en Isla

Mujeres, Q. Roo, así como otras esculturas que representen al Estado de forma simbólica. Esta iniciativa pretende involucrar a la sociedad en su definición como parte de un plan de fomento a la educación ambiental en el tema marino y despertar la curiosidad de la niñez en los temas ambientales relacionados al cuidado del medio marino. que se plantarán en una superficie que no supera los 10 m de profundidad. Las esculturas serán realizadas con materiales inertes por artesanos colimenses según las formas o temáticas consideradas.

II.1.2 Justificación

A nivel mundial, los arrecifes artificiales han sido reconocidos como herramientas eficaces para promover la conservación de la biodiversidad marina, restaurar hábitats degradados y generar nuevos espacios de refugio, reproducción y alimentación para una amplia gama de especies marinas. Se estima que aproximadamente una de cada cuatro especies del océano depende de los arrecifes, y muchas de ellas tienen relevancia pesquera, alimentaria y ecológica. Por ello, su instalación contribuye no sólo al equilibrio ecológico, sino también a la sostenibilidad de los recursos marinos (FAO, 2015).

En el contexto nacional, México ha promovido el uso de arrecifes artificiales como una medida complementaria de manejo y conservación pesquera (SEMARNAT, 2013). Estas estructuras también se han integrado a programas turísticos sustentables y a estrategias de educación e investigación ambiental, maximizando su funcionalidad y valor multidisciplinario. Específicamente en Colima, la Bahía de Santiago presenta condiciones oceanográficas y geomorfológicas favorables para este tipo de proyectos, gracias a su baja profundidad, relativa protección

contra eventos extremos y la presencia de microhábitats adyacentes.

Casos como el de Guaymas, Sonora, donde el hundimiento de los buques "Santos" y "Suchiate" ha derivado en una rápida colonización biológica, confirman el potencial de estos sistemas para generar redes tróficas complejas y funcionales en corto tiempo.

La instalación y mantenimiento de arrecifes artificiales representa una estrategia ambientalmente sustentable que responde a múltiples necesidades ecológicas, sociales y económicas en la zona costera de Colima, particularmente en la Bahía de Santiago. Esta propuesta busca fortalecer la estructura y funcionalidad del ecosistema marino mediante la implementación de una intervención planificada y científicamente respaldada.

En Manzanillo, no sería el primer barco hundido, en la década de 1950, cerca de la playa La Boquita se sumergió el buque San Luciano, el cual ha funcionado como arrecife artificial improvisado. Este sitio ha demostrado, de forma empírica, los beneficios ecológicos y turísticos de contar con estructuras sumergidas: alberga una notable diversidad de peces e invertebrados y se ha convertido en un atractivo importante para actividades como el esnórquel y el buceo (Conoce Manzanillo, 2021).

Además de los beneficios ecológicos que traerá consigo, el proyecto contribuirá a diversificar y fortalecer la oferta turística de la región. En este sentido, la instalación de nuevos arrecifes artificiales, correctamente diseñados y supervisados generará oportunidades tanto turísticas como científicas en la zona.

Dado que el sitio del proyecto presenta condiciones particularmente favorables para la atracción y refugio de las especies marinas, es que se pretende hundir los ex-buques "Cora" (BI-05" y "Baranda" (PO-123) para consolidar el Sistema Arrecifal Artificial de Colima. Además, se habilitará el Museo Subacuático con esculturas arrecifales artificiales construidos con materiales geológicos inertes como roca de cantera o a base de cemento.

Diversos estudios internacionales señalan que la profundidad óptima para el establecimiento de arrecifes artificiales se encuentra entre los 15 y 40 metros, ya que en este rango existe una adecuada penetración de luz solar que favorece la fotosíntesis de algas, corales y organismos incrustantes, al tiempo que se mantiene la estabilidad estructural de los pecios y su accesibilidad para actividades de investigación y buceo recreativo (Baine, 2001; Bortone et al., 2011).

La profundidad seleccionada para el hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda", entre -10 a -50 metros, se considera ideal porque garantiza suficiente irradiancia (cantidad de radiación solar que llega a los arrecifes de coral) para el asentamiento inicial de algas filamentosas y macroalgas, que actúan como sustrato primario para la fijación de invertebrados marinos como esponjas y corales blandos. Este proceso de sucesión ecológica facilita la posterior colonización por moluscos bivalvos, lo que acelera la formación de hábitats capaces de sostener comunidades de peces arrecifales. Adicionalmente, esta profundidad asegura un ambiente con adecuada oxigenación y circulación de nutrientes, condiciones críticas para el mantenimiento de la biota marina y para que el barco pueda evolucionar en un arrecife artificial funcional (Svane & Petersen, 2001; Perkol & Benayahu, 2007). Al ubicarse sobre planicies arenosas de baja rugosidad, carente de comunidades

bentónicas, se minimiza la afectación a ecosistemas preexistentes y se maximiza la atracción de biomasa hacia la nueva estructura. Por estas razones, la profundidad definida constituye un criterio técnico, biológico y ecológico idóneo para asegurar el éxito del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

En resumen, las actividades del Proyecto de creación de arrecife artificial a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (BI-05" y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima serán la siguientes:

- Fase 1: Creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima, mediante el hundimiento de los ex-buques "Cora" (BI-05) y "Baranda" (PO-123).

- Fase 2: Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC) a través del hundimiento de otros artefactos navales arrecifales artificiales.

- Fase 3: Creación de Museos Subacuáticos

II.1.3 Ubicación física.

El proyecto para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima se ubicará en la Bahía de Santiago, en el municipio de Manzanillo, estado de Colima. El sitio se localiza al oeste de la Punta Juluapan, dentro de un polígono de 26.04 hectáreas cuyo punto medio tiene las coordenadas UTM 564063 E, 2110980 N.

En la Figura 1 se muestra un mapa de la ubicación del sitio de estudio en el plano regional. La Tabla I presenta el cuadro de construcción del polígono del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC); la Tabla II muestra el cuadro de construcción de los dos sub polígonos bajo el concepto de Museo Subacuático dentro del SAAC; y la Tabla III presenta los puntos de ubicación de los ex buques que pretenden consolidar el SAA

El mapa de ubicación, así como los cuadros de construcción del polígono, subpolígonos y coordenadas propuestas de fondeo de los ex buques, se pueden consultar en el ANEXO 1. Mapa de ubicación.

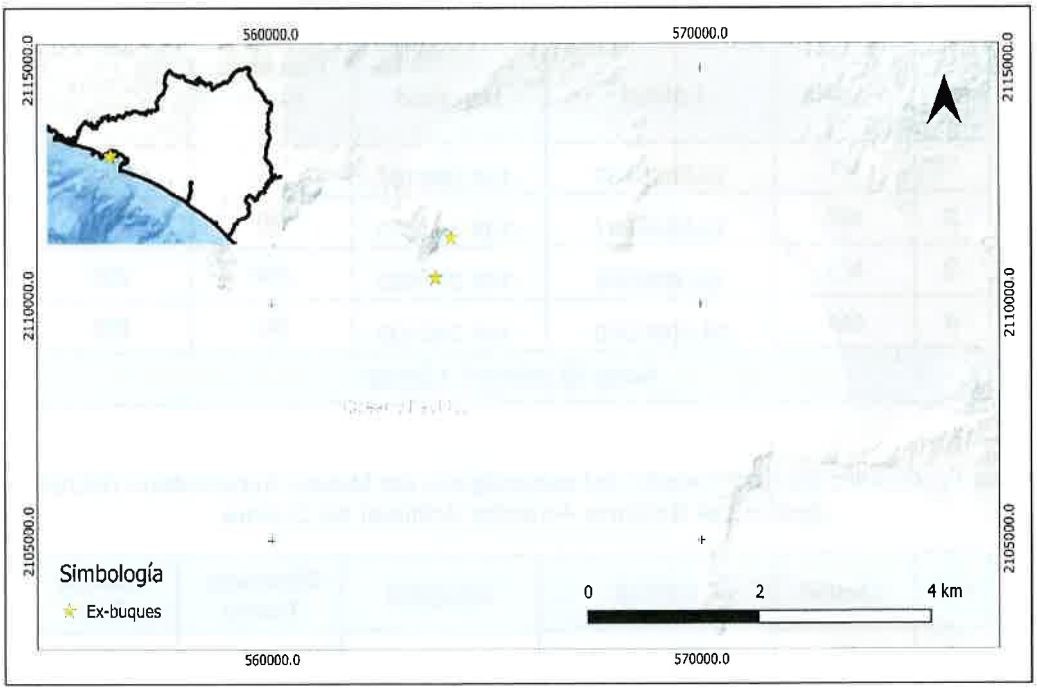


Figura 1. Mapa de la ubicación del sitio de estudio en el plano regional.

Tabla II. Cuadro de construcción del polígono para el Sistema Arrecifal Artificial.

Punto	Lado	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM (13Q) WGS84		Profundidad	Distancia tramo	Rumbo real
		Latitud	Longitud	X	Y			
0	A	19.0866	-104.394167	563732	2110520	14	500	283
1	B	19.0909	-104.393667	563783	2110996	2	200	285
2	C	19.0909	-104.391667	563993	2110997	7	400	286
3	D	19.0944	-104.39066	564097	2111384	2	200	288
4	E	19.0958	-104.389333	564237	2111540	2	200	289
5	F	19.0949	-104.38785	564393	2111441	40	1200	289
6	G	19.0860	-104.392567	563900	2110454	15	200	283
Área: 260,400 m²/ 26.04 ha								

Tabla III. Cuadro de construcción del subpolígono del Museo Subacuático (MUSA 1) dentro del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

No.	Vértice	Latitud	Longitud	Distancia tramo (m)	Rumbo Real
1	M1	19.0906667	-104.393167	200	255
2	M2	19.0906667	-104.391833	90	255
3	M3	19.0898353	-104.391833	200	255
4	M4	19.0900000	-104.393333	90	255
Área: 12,400 m^2/ 1.24 ha					

Tabla IV. Cuadro de construcción del subpolígono del Museo Subacuático (MUSA 2) dentro del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

No.	Vértice	Latitud	Longitud	Distancia Tramo	Rumbo Real
1	M1	19.0953333	-104.389833	170	260
2	M2	19.0948333	-104.388667	80	260
3	M3	19.0943333	-104.389000	170	260
4	M4	19.0946667	-104.390167	80	260
Área: 9,500 m^2/ 0.95 ha					

Tabla V. Puntos de ubicación geográfica de los ex buques.

No.	**Artefacto naval**	**Tipo**	**Altura (m)**	**Latitud (UTM)**	**Longitud (UTM)**	**Profundidad (m)**	**Referencia**
1	PO-Baranda	Patrulla oceánica	5.5	2111408 N	564184 E	20	260
2	ARE-Cora	Remolcador	7.10	2110565 N	563801 E	18	255

II.1.4 Inversión requerida.

Las principales actividades de prevención y mitigación de impactos ambientales para las etapas, preliminar, preparación del sitio y construcción suman un total de $ 5,514,302.00 MXN (Cinco millones quinientos catorce mil trescientos dos pesos 00/100 M.N.) y serán cubiertas de la siguiente manera:

1) Los cascos de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) fueron donados por la Secretaría de Marina al Gobierno del Estado de Colima con el objetivo de cumplir los fines propuestos en este proyecto. Dichas unidades, tras haber causado baja del Servicio Activo de la Armada de México, se encontraban registradas en el Inventario Físico Valorado con los siguientes datos;

- Ex-buque "Baranda" (PO-123), tarjeta de control 199524040817, con un valor de inventario de $150,000.00 MXN (Ciento cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).
- Ex-buque "Cora" (ARE-04), tarjeta de control 199515005909, con un valor de inventario de $200.00 MXN (Doscientos pesos 00/100 M.N.).

2) Los costos de mano de obra calificada, para la limpieza y descontaminación de los ex buques "Cora" y "Baranda", será cubierta por empresas portuarias privadas, las cuales financiarán la cantidad $4,198,520.00 MXN (Cuatro millones ciento noventa y ocho mil quinientos veinte pesos 00/100 M.N.).

3) Los trabajos de preparación del sitio y construcción del SAAC, por el monto de $1,165,582.00 MXN (Un millón ciento sesenta y cinco mil quinientos ochenta y dos pesos00/100 M.N.), se financiarán mediante convenios de colaboración con dependencias de los tres órdenes de gobierno, instituciones académicas y el sector privado.

Ante eventuales contingencias en dicho financiamiento comprometido, los gastos se realizarán con cargo al presupuesto aprobado a la Subsecretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Colima, asegurando la ejecución oportuna de las actividades contempladas.

II.2 Características particulares del proyecto.

Primera fase: Creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima.

- Ficha técnica del ex buque "Cora" (ARE-04)

El ex buque remolcador "Cora" (ARE-04) de la Armada de México (Figura 2) fue construido en el Astillero Charleston Ship Building and Dry Dock Company, Charleston, South Carolina. Este buque, que pertenecía a la clase Otomí, desarrolló casi 400 órdenes de operación y 2,880 singladuras.

Sus dimensiones más importantes son las siguientes:

- Eslora: 62.5 m
- Manga: 10.5 m
- Puntal: 21.3 m
- Desplazamiento: 1,043 ton



Figura 2. Fotografía del ex buque ARM "Cora" (ARE-04) de la Armada de México cuyo casco fue donado al Gobierno del Estado de Colima para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través de su hundimiento en Manzanillo, Colima.

- Ficha técnica del ex buque "Baranda" (PO-123)

La ex patrulla oceánica "Baranda" (PO 123) de la Armada de México (Figura 3) fue construida en el Astillero Bazán, en San Fernando de Cádiz, España, con fecha de entrega del 2 de noviembre de 1982 y tenía como base el Puerto de Guaymas, Sonora.

Sus dimensiones más importantes son las siguientes:

- Eslora: 67.00 m
- Manga: 10.50 m
- Puntal: 5.50 m
- Desplazamiento: 1,041.73 ton



Figura 3. Fotografía de la ex patrulla oceánica "Baranda" (PO-123) de la Armada de México cuyo casco fue donado al Gobierno del Estado de Colima para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través de su hundimiento en Manzanillo, Colima.

Los cascos de los ex buques fueron donados al Gobierno del Estado de Colima por la Secretaría de Marina para los fines propuestos en el proyecto. Las fichas técnicas completas de los ex buques "Cora" y "Baranda" se pueden consultar en el ANEXO 5. Fichas técnicas de ex-buques Cora-Baranda.

- Protocolo estandarizado de limpieza y preparación de ex buques.

  El siguiente listado corresponde a un resumen de las actividades consideradas en el protocolo de limpieza, para mayor detalle consultar ANEXO 6. Protocolo estandarizado de limpieza y preparación de ex-buques y artefactos navales.

  - Los trabajos de limpieza y preparación de los ex buques, que formarán parte del Sistema Arrecifal Artificial de Colima se realizarán en el centro de reparaciones navales número 12 dentro de la Sexta Región Naval de la Secretaría de Marina en Manzanillo, Colima.

- Limpieza, descontaminación y extracción de residuos peligrosos y/o agentes contaminantes del medio ambiente marino.
- Acondicionamiento de ex buque para trabajos en interiores (iluminación y ventilación).
- Remoción de basura y chatarra metálica.
- Desmontaje de falsos mamparos, plafones y aislantes térmicos
- Desmontaje de cableado eléctrico.
- Desmontaje de maquinaria y equipo.
- Limpieza de tanques y tubería.
- Disposición adecuada de residuos de manejo especial (cableado, fibras, basura, chatarra, etc.).
- Disposición adecuada de residuos peligrosos (aceites, grasas, combustibles, aguas aceitosas, etc.).
- Inspección final por parte del Comité Interinstitucional.
- Certificación de limpieza.
- El certificado de limpieza firmado por el Comité Interinstitucional se tendrá una vez concluidas las tareas y se enviará a la autoridad ambiental en los reportes ambientales iniciales.

- Comité Interinstitucional Para la Creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

Constituido el 01 de abril de 2025, en la ciudad de Manzanillo, Col. (ANEXO 7. Acta constitutiva del comité del SAAC), se establece como un mecanismo de articulación entre el sector público, privado y la sociedad civil, con la finalidad de impulsar un proyecto integral de arrecifes artificiales que favorezca la biodiversidad marina, impulse la investigación científica y promueva un desarrollo regional sustentable.

Consiste en dirigir y supervisar los esfuerzos conjuntos requeridos para la ejecución del SAAC, asegurando su correcta planificación, puesta en marcha y evaluación continua.

Funciones del Comité:

- El Comité tendrá como responsabilidad principal definir y actualizar periódicamente los objetivos estratégicos del proyecto en los ámbitos de corto, mediano y largo plazo, así como el seguimiento al cronograma integral que comprende las distintas etapas del proyecto.

- En materia de coordinación interinstitucional, el Comité articulará los esfuerzos entre los tres órdenes de gobierno, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales, con el fin de dar continuidad al Proyecto SAAC. Estas acciones estarán orientadas a generar impactos positivos en el medio ambiente marino, fortalecer los Intereses Marítimos Nacionales en la región, impulsar el desarrollo económico local y promover la investigación en ecología y biología marina.

- Entre las gestiones prioritarias se encuentra la obtención de buques en donación por parte de la Secretaría de Marina, así como de otros materiales proporcionados por terceros. Paralelamente, el Comité supervisará el cumplimiento de todas las condicionantes establecidas en el resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental.

- En el aspecto operativo, se supervisarán los procesos de limpieza y descontaminación para garantizar la eliminación de residuos peligrosos, emitiendo los certificados que acrediten este procedimiento. Asimismo, se gestionarán las acciones necesarias para el traslado, preparación y hundimiento controlado de las estructuras en el polígono designado, incluyendo el señalamiento marítimo requerido para la seguridad náutica y preservación del sistema arrecifal. También dará seguimiento a las

acciones derivadas del Programa de Manejo Ambiental y Programa de Monitoreo Permanente (ANEXOS 8 y 9).

- Finalmente, el Comité tendrá a su cargo la organización de eventos protocolarios como la ceremonia de hundimiento cuando corresponda, así como la difusión adecuada del proyecto a través de los medios de comunicación, con el propósito de dar visibilidad a los avances y beneficios del SAAC.

Subcomités Especializados

Para garantizar una ejecución eficiente, se establecen los siguientes subcomités:

- Subcomité de Trámite de donación al Estado de Colima.
- Subcomité de Limpieza y descontaminación de los cascos.
- Subcomité de gestiones ambientales y cumplimiento de las condicionantes impuestas por la SEMARNAT en el resolutivo.
- Subcomité de maniobras de hundimiento y señalamiento marítimo.
- Subcomité de ceremonia, difusión y medios de comunicación.
- Subcomité de seguimiento a los Programas de Monitoreo Ambiental (PMA) y de Monitoreo de Especies (PME).
- Subcomité para análisis de la normatividad para creación de las Reglas que regulen la Operación, protección, conservación y servicios que se presten en el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

La conformación del Comité Interinstitucional para la Creación del SAAC representa un esfuerzo colaborativo para impulsar un proyecto de importancia ecológica, económica y social. A través de una estructura organizada y funciones claras, se asegurará la correcta implementación del sistema arrecifal a lo largo de la vida del proyecto.

- Remolque y anclaje de los ex buques al sitio de hundimiento.
  - Los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) serán trasladados con ayuda de buques remolcadores privados desde las instalaciones del centro de reparaciones navales número 12 dentro de la Sexta Región Naval de la Secretaría de Marina en Manzanillo, Colima hasta el sitio del proyecto a una distancia aproximada de 10 km. La velocidad promedio de remolque será de unos 6 nudos con una duración que puede variar de 1 a 2 horas.
  - Los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) serán ubicados en el lugar de hundimiento mediante un sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés).
  - La orientación de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) al momento de su anclaje será con la proa al oleaje dominante del NEE. Se empleará un sistema de anclaje doble (proa y popa) para evitar que la embarcación bornee con las corrientes.

- Instalación y retiro de barrera antidispersión de contaminantes al momento de hundimiento de los ex buques.

Para el hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), se instalará una barrera antidispersión de contaminantes ELASTEC tipo MaxiMax a base PVC totalmente soldado, altamente resistente a la intemperie, hidrocarburos y productos químicos (Figura 4).



Figura 4. Vistas fotográficas de la barra de refuerzo vertical de la barrera ELASTEC MaxiMax.

La barrera de dispersión ELASTEC MaxiMax es un sistema de contención flotante diseñado para el control y confinamiento de derrames de hidrocarburos en cuerpos de agua, particularmente en entornos portuarios o de baja corriente, donde se requiere una respuesta rápida y eficaz. Su diseño compacto permite un almacenamiento eficiente en paletas o carretes, facilitando su despliegue inmediato en situaciones de emergencia ambiental.

La barrera ELASTEC MaxiMax es ideal para operaciones en ambientes estáticos o con corrientes bajas, como puertos, dársenas y terminales costeras, donde se requiere una solución robusta, reutilizable y de rápida instalación para el control de derrames.

Una vez finalizado el proceso de hundimiento, se procederá al retiro de la barrera diseñada para evitar la dispersión de contaminantes. Las especificaciones técnicas completas pueden consultarse en la Tabla VI.

Tabla VI. Información técnica de la barrera ELASTEC MaxiMax.

DATOS TÉCNICOS	MAXIMAX 30-IN
Altura	760 mm
Francobordo	250 mm
Calado	635 mm
Tensión superior	6 mm (cable de acero inoxidable)
Tensión inferior	10 mm (cable de acero inoxidable)
Peso	7.5 kg/m
Resistencia real	7,500 kg
Material	PVC (soldado)

- Instalación de cargas de corte lineal para provocar hundimiento y aseguramiento del perímetro de seguridad.

  - Los trabajos de instalación de las cargas de corte lineal y su accionamiento remoto serán coordinados y supervisados por la Secretaría de Marina a través del CENREPMANZ-14 y del personal especialista en Búsqueda y Localización de Artefactos Explosivos de la Unidad de Operaciones Especiales (UNOPES).
  - El método de hundimiento será mediante ocho vías de agua producidas con cargas de corte lineal: cuatro en la banda de estribor y cuatro en la banda de babor, cada una será hecha 10 cm debajo de la línea de flotación y con dimensiones de 35 x 35 cm cada una.
  - La munición que se utilizará es RDX (ciclotrimetilentrinitramina) en su presentación de carga de corte lineal e iniciada esta con cartuchos JET de la misma carga y a su vez por ramales de cordón detonante (estopines eléctricos) en el interior del casco.
  - La característica principal del método es que, si de forma involuntaria o accidental llega al contacto con fuego, sólo arde sin llegar a detonar.
  - Una carga de corte lineal posee un revestimiento con perfil en forma de "V" y es de longitud variable. El revestimiento se encuentra rodeado por el detonante y éste a su vez es encerrado dentro de un material adecuado que sirve para protegerlo y confinarlo en la detonación.
  - Una vez que la carga se detona por encima del vértice de revestimiento, la detonación lo proyecta para formar un chorro continuo tipo sierra. El chorro corta cualquier material en su trayectoria, a una profundidad en función del tamaño y los materiales utilizados en la carga.
  - Las cargas de corte lineal serán instaladas en el interior del casco, el cual se encontrará vacío, por lo que los decibeles producidos y la liberación de energía se disipará considerablemente en el interior del casco al momento de la detonación.
  - El uso de la carga de RDX, al ser de alta potencia y calidad, no dejará residuos ni provocará daño a la flora y fauna marina, ya que el chorro de corte se expandirá solamente diez veces el diámetro de la carga, lo que representa que solo 35 cm del chorro lineal será lo que escape del casco.
  - El chorro cortador producto de detonación se desvanece al salir de la superficie en la que está colisionando.
  - Es de considerarse también que los cortes del casco se realizarán por arriba de la línea de flotación, a ras de la superficie del agua, por lo que el 90% de la energía liberada, se esparcirá en el aire y solo un 10 % de esta energía se disipará en el mar.

- Medidas de ahuyentamiento de especies marinas mayores: mamíferos, tortugas u otras especies protegidas o carismáticas.

Como medida preventiva para evitar impactos sobre especies marinas sensibles como mamíferos marinos, tortugas u otras especies protegidas o carismáticas que pudieran encontrarse en el área se implementarán maniobras de ahuyentamiento utilizando embarcaciones rápidas de la Secretaría de Marina (SEMAR). Estas embarcaciones realizarán recorridos perimetrales sistemáticos con el objetivo de verificar la ausencia de dichas especies en la zona de influencia directa del hundimiento. En caso de detectarse su presencia, se aplicarán patrones de navegación circulares o de evasión diseñados para inducir su alejamiento del sitio. Una vez que se confirme la liberación del perímetro, se notificará a la unidad responsable de ejecutar la maniobra de hundimiento para proceder con la operación de forma segura.

- Hundimiento de los ex buques.

  - La ceremonia de hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) será organizada con antelación para asegurar la participación de autoridades del Gobierno del Estado de Colima, la Secretaría de Marina (SEMAR), el gobierno municipal de Manzanillo, empresas portuarias, representantes de organizaciones civiles, prestadores de servicios turísticos y público en general.
  - La programación del evento no solo estará sujeta a la disponibilidad de los actores involucrados, sino también a condiciones meteorológicas estables durante al menos siete días consecutivos, lo cual es indispensable para garantizar un remolque seguro hacia el sitio designado para el hundimiento. Asimismo, se requerirá una visibilidad subacuática adecuada para asegurar la calidad de los registros audiovisuales que documentarán la operación.
  - La Secretaría de Marina será responsable de establecer los protocolos de seguridad y delimitar el perímetro operativo, restringiendo el acceso de embarcaciones civiles dentro de la zona durante el desarrollo del evento.

- Una vez que se dé la indicación formal durante la ceremonia, se procederá con el hundimiento controlado de los cascos mediante la activación remota, vía señal por radiocomunicación, de las cargas de corte lineal instaladas previamente. Estas cargas crearán vías de agua controladas que permitirán la inundación progresiva de los compartimentos, asegurando que ambas unidades queden dispuestas de manera estable sobre el lecho marino conforme a los parámetros técnicos establecidos.

- Señalamiento marítimo, boyas y muertos de anclaje.

  - El señalamiento marítimo del polígono general del SAAC, consistirá en dos boyas lumínicas, ancladas al sustrato con un peso muerto equipado, indicando los limites noreste y sureste.
  - El señalamiento marítimo de los pecios consistirá en la instalación de una boya flotante por cada ex buque que indicará su ubicación. Este sistema incluirá una línea de fondeo compuesta por cadena o cabo de alta resistencia, un grillete giratorio (destorcedor) que permita el movimiento libre de la boya y un muerto de concreto que servirá como anclaje en el lecho marino.
  - La boya de amarre estará destinada al uso exclusivo de embarcaciones autorizadas, principalmente prestadores de servicios turísticos de buceo, que visiten los ex buques Baranda y Cora ya instalados como arrecifes artificiales. Esta medida busca evitar que las embarcaciones realicen maniobras de fondeo con anclas, las cuales podrían ocasionar daños físicos a las estructuras de los pecios o afectar el desarrollo biológico en su entorno.
  - Los muertos de anclaje estarán conformados por bloques de concreto con un peso estimado entre 2.5 y 3.0 toneladas, equipados con un punto de anclaje reforzado para cabos de entre 2 y 3 pulgadas de diámetro. Para asegurar una sujeción estable de las boyas y delimitar correctamente el sitio, se contempla la instalación de al menos cuatro muertos de anclaje: dos para asegurar el pecio (uno a proa y otro a popa), uno para la boya de señalamiento marítimo y uno adicional para la boya de amarre.

Segunda fase: Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC) a través del hundimiento de otros artefactos navales arrecifales artificiales.

- La consolidación a mediano plazo del arrecife se dará a través de artefactos navales que formen corredores biológicos y paisajísticos entre pecios que consoliden el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.
- La ubicación debe ser dentro del área de estudio delimitada a las profundidades recomendadas que no superen la cota de -10 m y sobre fondos arenosos carentes de biota marina superficial.
- Los artefactos navales a emplear dependerán de las bajas de inventario que genere la SEMAR, como cascos o partes de embarcaciones menores, helicópteros, avionetas, vehículos y otros.
- Se seguirá el protocolo estandarizado de limpieza y preparación de los ex-buques. Consultar ANEXO 6. Protocolo estandarizado de limpieza y preparación de ex-buques.
- El método de hundimiento de los artefactos navales será determinado mediante protocolos oficiales por equipo especializado de SEMAR. Según las características de los mismos, se usarán cargas explosivas de RDX o hundimiento por apertura de válvulas para la entrada de agua.

Tercera fase: Creación de Museos subacuáticos.

Los museos subacuáticos se ubicarán en dos sub-polígonos dentro del polígono general del SAAC. Un polígono (norte) tendrá una extensión de 0.95 ha estará destinado para esculturas de material inerte y el polígono restante (sur) presentará una amplitud de 1.24 ha y estará compuesto por artefactos navales. La superficie o fondo marino donde se localizarán ambos sub-polígonos corresponde a zonas planas y arenosas.

Esta iniciativa busca ofrecer una alternativa para reducir la presión turística sobre los sitios naturales utilizados para el buceo autónomo en el Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC). Los museos estarán orientados principalmente a la práctica del buceo libre, con instalaciones ubicadas a profundidades que oscilarán entre los 5 y 10 metros.

Cada uno de estos artefactos será sometido a un proceso técnico de preparación que incluye: inutilización de armamento, inmovilización de

partes móviles, retiro de equipamiento y componentes sensibles, limpieza integral para la remoción de contaminantes.

En algunos casos, los artefactos podrían requerir la instalación de un sistema de fondeo para asegurar su estabilidad sobre el fondo marino. Este consistirá en una base rectangular de concreto colocada en la parte inferior de la estructura para proporcionar firmeza y evitar desplazamientos.

A diferencia del procedimiento aplicado al hundimiento de ex-buques, la disposición de estos artefactos no implicará el uso de cargas de corte lineal. Su descenso al fondo marino se realizará mediante medios mecánicos, utilizando chalanes y grúas que permitirán una colocación controlada y precisa dentro del polígono autorizado del Museo Subacuático.

Mientras que, el museo subacuático escultural se encuentra en fase conceptual. Se proyecta como una instalación escultural compuesta por obras aún por definir, las cuales conformarán un arrecife artificial temático. Se contemplan un total de 15 esculturas, con un peso promedio de 1.5 toneladas, para evitar ser movidas por acción de oleaje. En algunos casos se considerará un elemento estructural de cemento que agregue peso en su base y obtener firmeza de apoyo sobre el sustrato arenoso.

El posicionamiento de las esculturas se definirá a partir de una inspección in situ, la cual será realizada mediante buceo autónomo en coordinación con las autoridades competentes, instituciones académicas y escuelas locales de buceo. El objetivo de esta inspección es identificar, con base en criterios técnicos y ambientales, las ubicaciones óptimas para el sembrado de las esculturas, asegurando tanto su estabilidad estructural como la

mínima alteración del entorno marino. Este proceso permitirá un posicionamiento responsable, que favorezca la integración de las esculturas con el sustrato marino y su función dentro del proyecto del Museo Subacuático.

- Convocatoria para definir figuras de los elementos arrecifales que conformarán el Museo Subacuático Escultural.

- Este componente tiene un enfoque administrativo con un fuerte carácter social y educativo, orientado a fomentar la participación comunitaria en la protección y conservación del medio ambiente.
- La Secretaría de Desarrollo Económico con asistencia de la Subsecretaría de Turismo y en coordinación con instituciones gubernamentales del sector educativo y posibles entidades de financiamiento, tanto públicas como privadas, lanzará una convocatoria dirigida a estudiantes de nivel básico (primaria y secundaria) para participar en el diseño de formas escultóricas alineadas con una temática ambiental previamente definida.
- Los diseños seleccionados mediante un proceso de evaluación serán premiados y, posteriormente, entregados a artesanos locales, quienes se encargarán de su elaboración en materiales adecuados para su integración al entorno arrecifal artificial, garantizando tanto su funcionalidad ecológica como su valor estético y educativo.

- Instalación de figuras escultóricas en el sitio del Museo Subacuático Escultural.

- Las figuras escultóricas que conformarán el Museo Subacuático Escultural serán transportadas en embarcación autopropulsada provista de sistemas de izaje y arrío de cargas pesadas para depositarlas de manera segura en el fondo del mar de manera directa o utilizando grúas y chalanes de apoyo.
- La actividad será apoyada por buzos que orienten la correcta instalación.

II.2.1 Programa General de Trabajo.

El programa general de trabajo contempla un periodo de cinco años para las etapas de preparación del sitio y construcción, que incluirá el

hundimiento de los ex buques "Cora" (BI-05)" y "Baranda" (PO-123) y/o la instalación de estructuras arrecifales. La etapa de operación y mantenimiento se proyecta con una duración total de 25 años y el desarrollo permanente del arrecife. El proceso del proyecto se organiza en tres fases, conforme al cronograma presentado en la Tabla V, considerando en todo momento los aspectos administrativos, de gestión y la disponibilidad presupuestaria correspondiente al ejercicio fiscal.

La etapa de operación y mantenimiento está planeada para una vida útil de 25 años; no obstante, este plazo podría extenderse indefinidamente, dependiendo de las condiciones ambientales predominantes (ver Tabla VI). Las Tablas VII y VIII presentan los programas específicos para las fases 1 y 2 del proyecto, mientras que la fase 3 podría incluir actividades y tiempos de ejecución similares a los de la fase 1.

Tabla VII. Programa general de trabajo del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

CONCEPTO	AÑOS				
	1	2	3	4	5
ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO INTEGRAL					
FASE 1: Creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda"					
Etapa de preparación del sitio					
Etapa de construcción (hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda")					
FASE 2: Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC) a través del hundimiento de otros artefactos navales arrecifales artificiales.					
Etapa de preparación del sitio					
Etapa de construcción, hundimiento de artefactos navales y otras estructuras arrecifales para la consolidación del sistema.					
Fase 3: Creación de Museos Subacuáticos					

Etapa de preparación del sitio					
Etapa de construcción (elaboración externa de estructuras e instalación en sitio)					

Tabla VIII. Programa de operación y mantenimiento para el proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	AÑOS				
	5	10	15	20	25
Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)					
Prácticas de turismo sustentable					
Monitoreo ambiental					

Tabla IX. Programa particular de trabajo para la fase 1 del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima.

CONCEPTO	MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ACTIVIDADES PRELIMINARES FUERA EL SITIO DEL PROYECTO													
Limpieza, descontaminación y adecuación de los ex buques "Cora" y "Baranda" bajo la supervisión del Centro de Reparaciones Navales Número Catorce (CENREPMANZ 14) Manzanillo, Col.													
Certificación de limpieza y descontaminación por parte del Comité Interinstitucional													
Programación de ceremonia solemne de hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123)													
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO													
Remolque y anclaje de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123)													
Instalación y retiro de malla antidispersión de contaminantes													

Instalación de cargas de corte lineal para provocar hundimientos y aseguramiento del perímetro de seguridad													
Medidas de ahuyentamiento de especies marinas: Mamíferos, tortugas u otras especies protegidas o carismáticas													
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (HUNDIMIENTO DE LOS EX-BUQUES "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123)")													
Hundimiento mediante la activación remota de cargas de corte lineal en los cascos para provocar vías de agua													
Instalación de boyas de señalamiento marítimo y muertos para el amarre de embarcaciones													

II.2.2 Representación gráfica regional.

La Figura 5 es una representación gráfica de la ubicación del proyecto de construcción de arrecifes artificiales mediante el hundimiento controlado de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en el municipio de Manzanillo, Colima, a escala regional (1: 40,000). El sitio designado para la consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima corresponde a un polígono de 26.04 hectáreas localizado en Bahía de Santiago, frente a Punta Juluapan.

Ambos ex buques serán hundidos de manera alineada, conformando una disposición en forma de corredor (Figura 5).

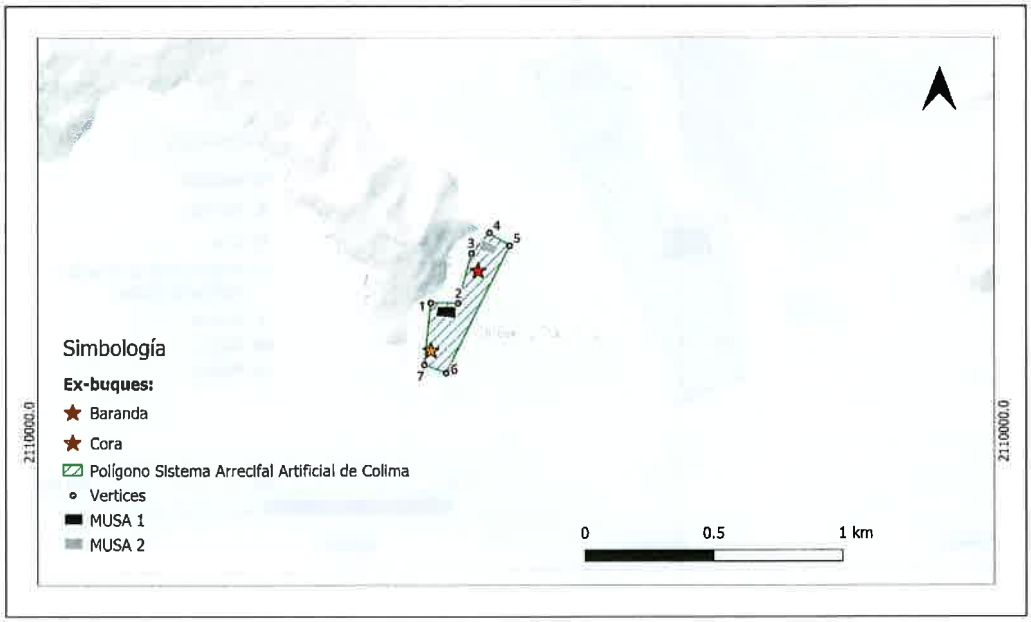


Figura 5. Representación gráfica regional de las obras del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo Colima.

II.2.3 Representación gráfica local.

La Figura 6 muestra una representación gráfica de la ubicación del proyecto de construcción de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en el municipio de Manzanillo, Colima, a una escala regional de 1:12,000. El sitio designado para la consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima corresponde a un polígono de 26.04 hectáreas.

Los ex-buques serán hundidos de manera alineada, formando una constelación con disposición en forma de corredor. Los demás artefactos navales contemplados para este proyecto serán distribuidos dentro del sub-polígono sur, destinado al futuro Museo Subacuático de Artefactos Navales, considerando criterios técnicos y ecológicos para su distribución.

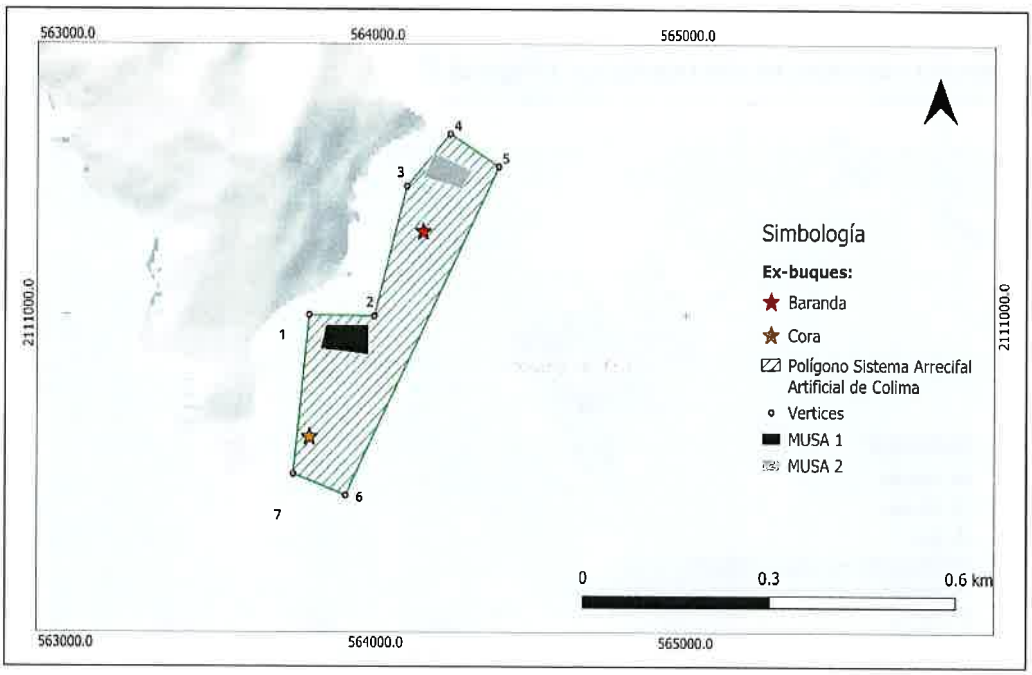


Figura 6. Representación gráfica regional de las obras del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda".

II.3 Etapas de preparación del sitio y construcción.

II.3.1 Preliminares: Protocolo estandarizado de limpieza y acondicionamiento de ex-buques.

II.3.2 Etapa de preparación del sitio.

El proyecto no considera una preparación del sitio invasiva sobre los factores físicos o biológicos del sitio del proyecto. Dependiendo de la fase del proyecto, la etapa de preparación del sitio tendrá sus actividades previstas.

Para las fases 1 que considera el hundimiento de los ex-buques "Cora" y "Baranda", la etapa de preparación del sitio tiene que ver con actividades como el transporte del casco de la embarcación al sitio del hundimiento,

la instalación de una barrera para evitar la dispersión de potencial fuente de residuos peligrosos no detectada al momento de la limpieza de los ex-buques, así como aplicar las medidas de ahuyentamiento de especies marinas o la delimitación de un perímetro de seguridad.

Para la fase 2 y 3 (creaciones de Museos subacuáticos), la etapa de preparación del sitio consistirá en los trabajos para delimitar y ubicar el sitio de plantado de las esculturas arrecifales y los artefactos navales. Además, se incluye la transportación de las figuras y artefactos navales al sitio del proyecto.

II.3.3 Etapa de construcción.

La etapa de construcción del proyecto consiste en los trabajos de preparación del sitio, limpieza y descontaminación de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) y actividades que se realizarán para su hundimiento durante la fase 1. De igual forma, se consideran las maniobras para arriar las esculturas y/o artefactos arrecifales considerados en la fase 2 y 3 del proyecto.

Los únicos elementos diferentes incorporados serán los muertos para el anclaje de las embarcaciones visitantes o para el señalamiento marítimo.

II.3.4 Utilización de explosivos.

Se emplearán cargas de corte lineal que son detonadas a control remoto, según se detalló en el apartado II.2 Características particulares del proyecto / Instalación de cargas de corte lineal para provocar hundimiento y aseguramiento del perímetro de seguridad.

II.3.5 Operación y mantenimiento.

La operación y mantenimiento del proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo Ambiental para el Sistema Arrecifal Artificial de Colima, cuyo propósito principal será garantizar la conservación de la vida marina asociada al arrecife artificial y promover el aprovechamiento sustentable del sitio.

Este programa integrará los siguientes componentes y actividades:

- Acuerdos interinstitucionales.
- Componente de turismo sustentable.
- Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.
- Componente de difusión, educación ambiental, capacitación e investigación, el cual se dividirá en los siguientes subprogramas:
  - Monitoreo del ambiente costero.
  - Monitoreo de la calidad del agua.
  - Monitoreo de la colonización biológica en los ex-buques y demás estructuras sumergidas.
  - Monitoreo del turismo sustentable.
  - Componente de vigilancia ambiental.

Dado que el SAAC representa un nuevo polo de interés turístico en la región, el Programa de Manejo Ambiental contempla solicitar ante las autoridades competentes la delimitación de un polígono libre de pesca comercial y deportiva, con el objetivo de preservar el área como un refugio para la fauna marina y maximizar su función ecológica y de atracción de especies.

Además, se implementarán actividades de seguimiento para evaluar la efectividad ecológica del sistema arrecifal artificial en cuanto a la atracción, establecimiento y permanencia de especies marinas en el sitio.

- Descripción del Sistema de Monitoreo de Embarcaciones Colima.

El Gobierno del Estado de Colima a través de la Secretaría de Desarrollo Económico en asistencia de la Subsecretaría de Turismo (SUBSECTUR Colima) implementará (por sí sola, o en colaboración con otros entes) medidas de protección al Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), para evitar daños accidentales y/o que por negligencia pudieran llegar a ocurrir, poniendo en riesgo los refugios y hábitats creados o en desarrollo para las diversas especies marinas.

Como parte de las medidas de protección del SAAC, se desplegará un Sistema de Monitoreo de Embarcaciones, que será diseñado exclusivamente para supervisar y controlar las naves (recreativas, de buceo, investigación, etc.) que accedan al área delimitada del SAAC, considerando una capacidad de carga óptima. Todas las embarcaciones deberán estar equipadas con dispositivos de localización y sistemas telemáticos que permitan su rastreo en tiempo real, tanto durante el ingreso como durante su permanencia dentro de la zona.

Esta medida de protección será de carácter obligatorio para todas aquellas embarcaciones que deseen ingresar al dicho polígono delimitado para protección del Sistema Arrecifal, cuyas coordenadas también se encuentran cargadas en la plataforma de monitoreo, el sistema generará un registro y enviará las notificaciones de forma automática e instantánea a la Subsecretaría de Turismo del Estado de Colima y a las autoridades correspondientes, según los convenios interinstitucionales que se establezcan para este fin.

Las características particulares del sistema de monitoreo se establecerán, bajo los trabajos del Subcomité para la creación de las reglas que regulen la Operación, protección, conservación y servicios que se presten en el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

II.3.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. No aplica.

Al tratarse de un proyecto con enfoque en la conservación y restauración de ecosistemas marinos, no se contempla el retiro de las estructuras que conformarán el Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC).

Se prevé que, con el paso del tiempo, las estructuras (ex-buques hundidos) sean completamente colonizadas por biota marina, lo que contribuirá al aumento de su masa y estabilidad. Las conchas y otras formaciones calcáreas generadas por organismos bentónicos formarán un entramado natural que incrementará la solidez estructural del arrecife artificial, haciéndolo más resistente ante eventos meteorológicos extremos como huracanes, ciclones y tormentas tropicales, los cuales podrían generar oleajes intensos con capacidad de desestabilizar o fragmentar elementos mal anclados.

Además, la cobertura biológica que se desarrollará sobre la superficie de los cascos metálicos puede actuar como una barrera protectora ante la corrosión marina, prolongando la integridad estructural de los pecios. Esto permitirá que el sistema arrecifal artificial se mantenga funcional y ecológicamente activo de manera indefinida en el sitio designado.

II.3.7 Residuos.

A) Emisiones a la atmosfera.

Durante las etapas de preparación y construcción del SAAC no se prevén emisiones constantes a la atmósfera, aunque algunas actividades puntuales podrían generarlas. En la fase de operación, el proyecto no será fuente directa de emisiones; sin embargo, las embarcaciones turísticas que visiten el sitio podrían contribuir a este tipo de emisiones.

B) Aguas residuales.

El turismo náutico asociado al proyecto podría generar aguas residuales que afecten la calidad del agua. Para mitigar este impacto, se implementará un componente específico dentro del Programa de Turismo Sustentable.

C) Residuos de manejo especial.

Durante la adecuación de los ex buques en el Centro de Reparaciones Navales Número Catorce (CENREPMANZ 14) Manzanillo, Col. fuera del sitio del proyecto, se generarán residuos de manejo especial que serán gestionados conforme a la normativa aplicable. No se espera generación de estos residuos durante la operación del SAAC.

D) Residuos sólidos urbanos.

La presencia de visitantes en el área podría dar lugar a la generación de residuos sólidos urbanos. Este aspecto será atendido mediante las acciones previstas en el Programa de Turismo Sustentable.

E) Residuos peligrosos.

La preparación de los ex buques generará residuos peligrosos que serán manejados conforme a la legislación vigente, ver ANEXO 6. Protocolo estandarizado de limpieza y preparación de ex-buques y artefactos navales. Durante la operación del proyecto no se prevé la generación de este tipo de residuos.

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

III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Según el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, este proyecto se desarrollará en la Unidad Ambiental Biofísica No. 119, Lomeríos de la costa de Jalisco y Colima, con una superficie de 6,787.58 km² y una población de 266,782 habitantes (Figura 7). Aunque el arrecife artificial estará en el área marina, también incluye una zona terrestre como parte del sistema ambiental.

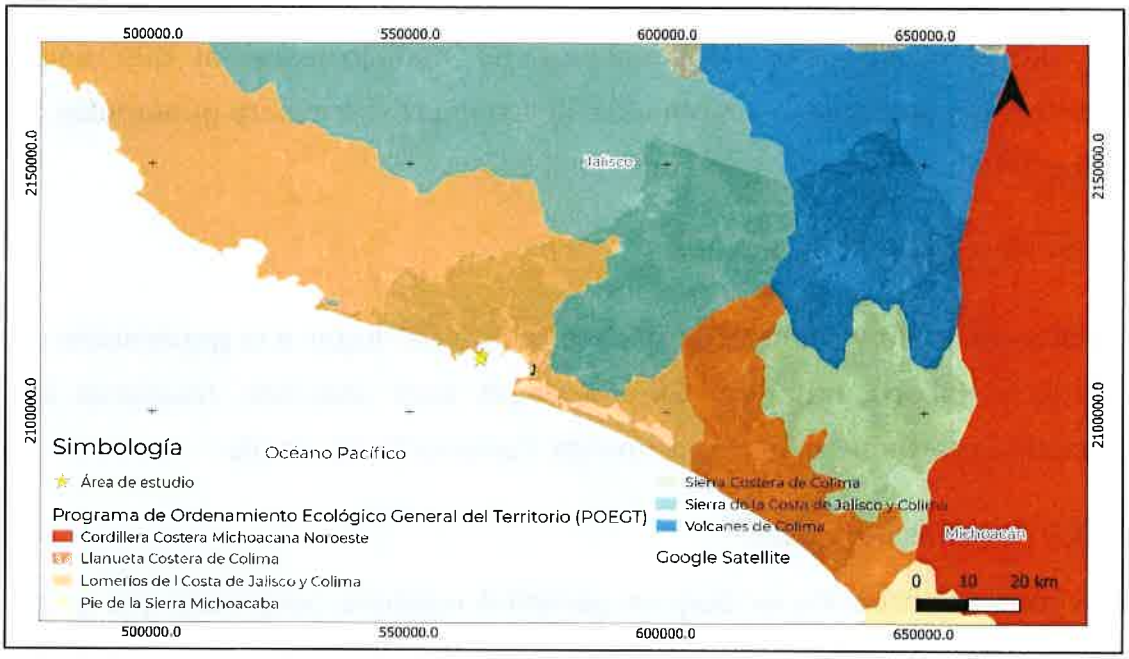


Figura 7. Región ecológica 8.33 compuesta por las Unidades Ambientales Biofísicas No. 119 "Lomeríos de la costa de Jalisco y Colima" con aptitud de protección, aprovechamiento sustentable y restauración de prioridad alta.

El análisis de la vinculación del proyecto con el POEGT es el siguiente:

Tabla X. Vinculación del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) con el POETEC.

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO
8.33	119	Lomeríos de la costa de Jalisco y Colima	Preservación de flora y fauna - turismo	Forestal y Minería

ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
Agricultura - ganadería	CFE -SCT	Protección, Aprovecha-miento Sustentable y Restauración	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 33, 36, 37, 42, 43, 44

Tabla XI. Criterios de regulación ecológica del POEGT y su vinculación con el proyecto.

Estrategias UAB 119		Vinculación y cumplimiento
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
Preservación	Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto se desarrollará en un área marina donde predominan las planicies arenosas con poca biodiversidad de especies de interés ecológico, pesquero o carismáticas.
	Recuperación de especies en riesgo.	No Aplica. No existen en el sitio o ámbito de influencia física del proyecto.
	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El programa de vigilancia ambiental considera el monitoreo de los principales bio-indicadores a fin de conservar la calidad del entorno ambiental.
Aprovecha-miento sustentable	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	No Aplica
	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No Aplica
	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No Aplica
	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No Aplica
	Valoración de los servicios ambientales.	No aplica, no existen ecosistemas prioritarios en el sitio que brinden servicios ambientales importantes.
Protección de los recursos naturales	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El programa de vigilancia ambiental tendrá entre sus objetivos proteger las condiciones del entorno ambiental local y por ende del ecosistema marino.
	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No Aplica

	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No Aplica
	Protección de los ecosistemas	El proyecto propiciará el crecimiento de distintas especies marinas sujetas a protección especial bajo la NOM-059-SEMARNAT
	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No Aplica
Restauración	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No Aplica
Aprovecha-miento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No Aplica
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover la minería sustentable.	No Aplica
	Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	No Aplica
	Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	No Aplica
	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El proyecto buscará el desarrollo de un turismo sustentable con el objetivo de regular las actividades dentro del polígono del Sistema Artificial Arrecifal de Colima
	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto buscará el desarrollo de un turismo sustentable con el objetivo de regular las actividades dentro del polígono del

		Sistema Arrecifal Artificial de Colima
	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)– beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto se encuentra diseñado para una actividad turística de aventura, con el desarrollo de buceo y esnórquel de turistas locales y extranjeros.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.		
Infraestructura y equipamiento urbano y regional	Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	No Aplica
	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No Aplica
Desarrollo Social	Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No Aplica
	Promover la diversificación de las actividades en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo la política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No Aplica
	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No Aplica
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
Marco Jurídico	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No Aplica
Planeación del ordenamiento territorial	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No Aplica
	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No Aplica

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima (POETEC).

El Decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (POETEC) fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Colima en la fecha 5 de abril de 2025. Este instrumento establece el análisis de aptitud del territorio, la zonificación ecológica, las políticas ambientales y la delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

La Figura 8 muestra la distribución de dichas unidades. El sitio del proyecto se ubica dentro de dos UGA: la UGA 41 "Peña Blanca" y la UGA 44 "Miramar". Ambas presentan interacciones con usos compatibles tales como Aprovechamiento-restauración, Aprovechamiento-urbano, Conservación-restauración (solo UGA 41), Preservación y Protección.

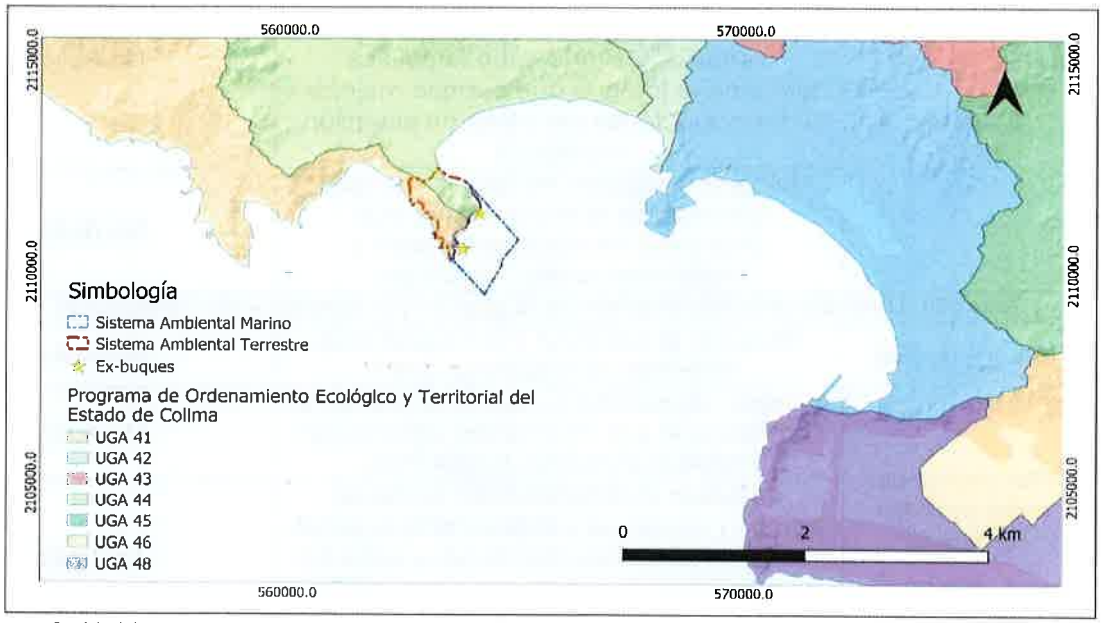


Figura 8. Unidades de Gestión Ambiental 41 "Peña Blanca" y 44 "Miramar" del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (POETEC).

El análisis de la vinculación del proyecto con el POETEC se presenta en la tabla XII.

Tabla XII. Lineamientos ecológicos del POETEC.

UGA	Lineamiento Ecológico	Usos dominantes	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
41	Proteger y preservar los ecosistemas de dunas costeras, de selva baja caducifolia, las zonas prioritarias hidrológicas que contienen cuerpos de agua y de bosque de galerías. Restaurar zonas o ecosistemas degradados tales como dunas costeras, selvas bajas y bosques de galerías. Permitiendo el aprovechamiento de los centros de población, consolidando los asentamientos humanos, permitiendo la infraestructura y servicios urbanos, mitigando los impactos ambientales, sin evadir los usos productivos y mejorando la calidad de vida de la población, sin permitir la expansión en áreas no reconocidas para asentamientos humanos y debiendo cumplir con la normatividad en materia. Fomentar el desarrollo turístico limitando el impacto ecológico. Orientar la producción agropecuaria a prácticas más sustentables, debiendo realizar acciones de restauración ecológica en las parcelas. Regular los sitios de tiro para que cumplan con los requisitos y condiciones de su funcionamiento,	1. Conservación 2. Restauración	CON, CUA, DUN, ECT, EDU, EE, ER, EQE, FOR, GR, INF, INV, MAN, PEC, PRO, PTAR, RES	C, F, P, T

	seguridad, control y vigilancia debiendo contar con su autorización por las autoridades competentes.			
44	Proteger y preservar los ecosistemas de manglar y selva mediana subcaducifolia, y de vegetación regenerada de selva baja caducifolia, las zonas prioritarias hidrológicas que contienen cuerpos de aguas y bosque de galerías. Restaurar zonas o ecosistemas degradados tales como manglares, selvas medianas, selvas bajas y bosques de galerías. Permitiendo el aprovechamiento de los centros de población, consolidando asentamientos humanos, permitiendo la infraestructura y servicios urbanos, mitigando los impactos ambientales, sin evadir los usos productivos y mejorando la calidad de vida de la población, sin permitir la expansión en áreas no reconocidas para asentamientos humanos y debiendo cumplir con la normatividad en la materia. Fomentar el desarrollo turístico limitando el impacto ecológico. Orientar la producción agropecuaria a prácticas más sustentables, debiendo realizar acciones de restauración ecológica en las parcelas. Así como explotar los recursos minerales no metálicos que cuenten con sus respectivas autorizaciones	1. Agrícola (sin ampliar la frontera agrícola) 2. Conservación 3. Restauración	AG, AI, AGR, AHR, CUA, CON, DES, ECT, EDU, EE, ER, GR, IND, INF, INFRA, INV, PEC, PRO, PTAR RES	Ag, Ah, C, F, M, P, T

	por las autoridades correspondientes, debiendo contar con su proyecto de restauración del sitio.			

Tabla XIII. Criterios de regulación ecológica del POETEC y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Clave	Criterios de regulación ecológica	Fundamento legal	Vinculación
CON3	El proyecto deberá considerar un manejo apropiado de los ecosistemas que conlleven la conservación y protección del sitio.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán protocolos estrictos de turismo y buceo sustentable a f in de preservar en todo momento a las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
CON6	Debe contar con un inventario de flora y fauna que contenga datos de distribución.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán monitoreos de las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
CON7	Debe realizarse un monitoreo continuo de las poblaciones de especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán monitoreos de las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
DUN5	La actividad no debe realizar remoción del suelo y arena en áreas de playas	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán	NO APLICA
DUN7	La actividad no debe verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, desechos sólidos, líquidos o de cualquier otro tipo; usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar	NOM-052-SEMARNAT-2005.	NO APLICA

	alguna alteración a los ecosistemas.		
ECT1	Las actividades ecoturísticas se determinan con base a los estudios técnicos que determinan la capacidad de carga del sitio.	NOM-05-TUR-2003, NOM-060-TUR-2000, NOM-07-TUR-2002, NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002, NOM-010-TUR-2001, NOM-011-TUR-2001 Y NOM-174-SCFI-200	El proyecto cumplirá con lo establecido en leyes federales y estatales en materia de turismo sustentable para salvaguardar el desarrollo sano del ecosistema arrecifal artificial que se creará.
ECT3	Se debe presentar un plan para el desarrollo de las actividades ecoturísticas y presentar informes periódicos de las mismas a la autoridad ambiental y turística.	NOM-05-TUR-2003, NOM-060-TUR-2000, NOM-07-TUR-2002, NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002, NOM-010-TUR-2001, NOM-011-TUR-2001 Y NOM-174-SCFI-200	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán métodos de turismo sustentable y los informes a presenta a la autoridad.
ECT14	Desarrollar talleres de capacitación y educación ambiental para los habitantes sobre actividades ecoturísticas y su enfoque hacia la conservación de los recursos naturales.	NOM-05-TUR-2003, NOM-060-TUR-2000, NOM-07-TUR-2002, NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002, NOM-010-TUR-2001, NOM-011-TUR-2001 Y NOM-174-SCFI-200	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán programas de capacitación.
ECT17	Difundir información de las áreas de importancia para la conservación en los sitios de afluencia del proyecto convencional durante temporada de vacaciones, para evitar la incidencia de la basura.	Ley de vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán métodos de turismo sustentable.
EDU2	Establecer los mecanismos adecuados para la divulgación de la información científica hacia la población local o conjunta al proyecto.		Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán programas de capacitación.
EDU6	Difundir información de la importancia de los ecosistemas y su biodiversidad en zonas aledañas al proyecto a través de		Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán

	diversos medios de comunicación.		programas de capacitación.
EDU10	Implementar infraestructura educativa para fortalecer la educación ambiental en el estado.		Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán programas de capacitación.
INF1	Contar con previa autorización de impacto y riesgo ambiental, en los casos requeridos.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	El proyecto cumplirá con lo establecido en leyes federales y estatales en materia ambiental.
INV2	Se deben realizar planes ambientales, de ordenación, evaluación del impacto ambiental y las acciones de restauración ecológica.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	El proyecto cumplirá con lo establecido en leyes federales y estatales en materia ambiental.
INV3	Se deberán realizar estudios sobre los efectos del cambio climático en el sitio.	Ley General de Cambio Climático	NO APLICA
INV8	Se deberán realizar estudios para evaluar la salud de los ecosistemas naturales y la salud pública.	Análisis según parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán métodos de turismo sustentable.
INV9	Se deberán realizar estudios de biodiversidad para incrementar el conocimiento y bases de datos en el estado.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán monitoreos de las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
INV11	Se deberán realizar una investigación sobre prácticas productivas sustentables	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán métodos de turismo sustentable.
PRO1	La actividad no debe realizar la manipulación y/o experimentación de la flora y fauna silvestre y del ecosistema en general.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán protocolos estrictos de turismo y buceo

		alguna categoría de protección.	sustentable a f in de preservar en todo momento a las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
PRO3	Se deben realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estatus y elaborar planes de manejo para su conservación.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente NOM-059 de SEMARNAT	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán estudios técnico-científicos para protección de especies.
PRO5	Se permite llevar a cabo actividades científicas o ecológicas.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán estudios técnico-científicos para protección de especies.
RES4	Se deben establecer acciones concertadas e integrales para la prevención e intervención en caso de peligros hidrometeorológicos y la restauración de las áreas afectadas.	Ley General de Protección Civil	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán protocolos de contingencias ambientales

III.1.3 Programa de Ordenamiento Pacifico Centro Sur (POEMGC).

Este programa aún está en construcción, por lo anterior, no se hará ninguna vinculación a las políticas planteadas en el mismo.

III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Subcuenca Laguna de Cuyutlán

El Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán fue publicada su última reforma en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Colima ("El Estado de Colima") el 5 de abril de 2014. No obstante, debido a que se encuentra a más de 7 km de distancia, no tiene ninguna vinculación con el proyecto (Figura 9).

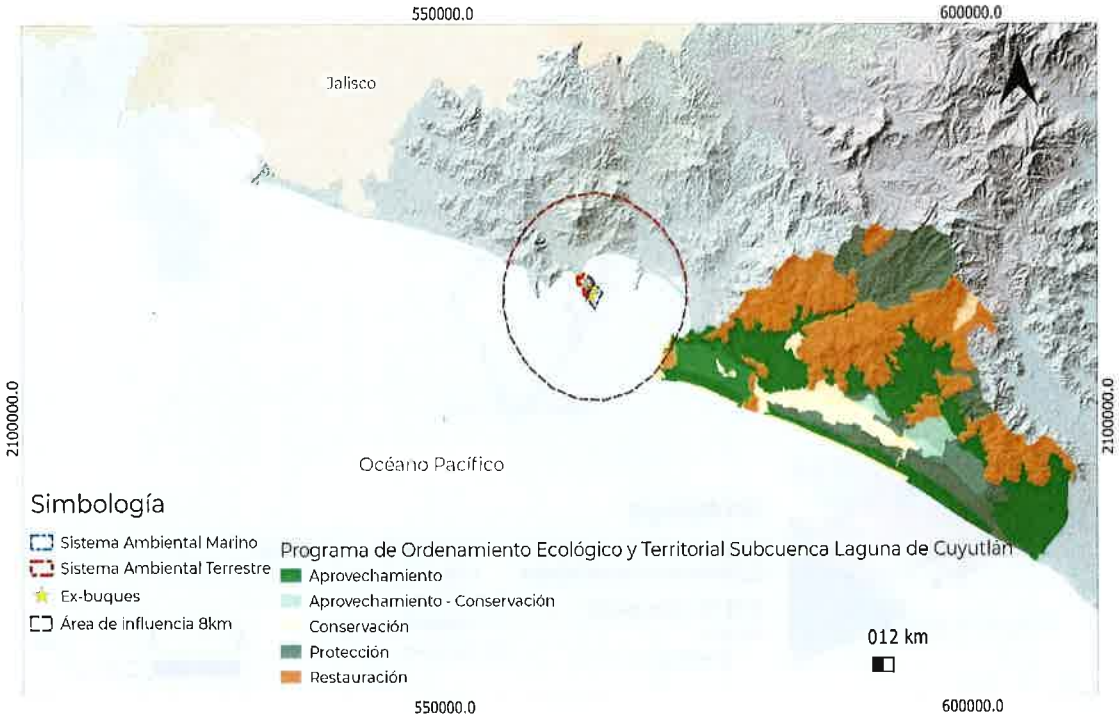


Figura 9. Polígono del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

III.1.5 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local de Municipio de Manzanillo (POETEL).

El Decreto del POETEL fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Colima el 30 de julio de 2016. En él se establece el análisis de aptitud, la zonificación, las políticas ambientales y las unidades de gestión ambiental (UGA). En la Figura 10 se muestran las unidades de gestión ambiental. El sitio del proyecto corresponde a la UGA 60 La Punta, la cual presenta interacciones de conservación y turismo.



Figura 10. Unidad de Gestión Ambiental 60 La Punta del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local de Municipio de Manzanillo.

El análisis de la vinculación del proyecto con el POETEL es el siguiente (Tabla XII):

Tabla XIV. Vinculación del POETEL con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

UGA	Aptitud	Lineamiento Ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
60	Con-Tur	Incrementar la cobertura forestal en un 20% por año durante 5 años. Contar con un programa parcial de desarrollo urbano en 5 años	Conservación (Co), Industria (In), Minería (Min), Asentamientos humanos, Turismo (Tu), Pecuario (Pc), Portuario (Pue), Infraestructura (If).	A(b,j); P(a)

Tabla XV. Criterios de regulación ecológica del POETEL y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Fundamento legal	Vinculación y cumplimiento
Co01	Promover la reforestación de la UGA con especies nativas de todo tipo de estrato.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Dentro del Programa de Manejo Ambiental se establecerán protocolos estrictos de turismo y buceo sustentable a fin de preservar en todo momento a las especies que colonicen y se desarrollen en el arrecife artificial.
Co02	Incentivar la conservación de la UGA a través de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAs) o cualquier otro instrumento formal de conservación como lo pueden ser Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas, los Planes de Manejo Forestal, los Planes Rectores de Microcuencas o los Planes de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos que tienen estos instrumentos.	Aplicación de los artículos 82-91 y 94-96 de la Ley General de Vida Silvestre y relativos con el aprovechamiento extractivo y cinegético	No aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co03	Promover técnicas de manejo e infraestructura para la conservación de suelo y agua, tanto las oficiales sancionadas por SEMARNAT y SAGARPA.	Reglamento del uso y aprovechamiento mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar	La calidad escénica aérea no se verá impactada por la ejecución del proyecto. Sin embargo, la calidad escénica submarina si lo será por la atracción de especies al arrecife artificial. En este sentido, será un atractivo para el turismo de aventura que gusta de realizar actividades de buceo. Para evitar que las actividades turísticas

			intervengan en la prestación de los servicios ambientales que buscan recrearse para la atracción de especies de flora y fauna marina, se ejecutará un Programa de Manejo Ambiental donde se considerará el Componente de Turismo Sustentable para evitar la contaminación y el avance del desarrollo del ecosistema arrecifal artificial.
Co04	Promover la rotación de cultivos dentro de la UGA.	Aplicación de la Ley General de Turismo, Ley Federal de Turismo y su Reglamento, Ley de Fomento al turismo para el Estado de Colima y su Reglamento	El proyecto cumplirá con lo establecido en leyes federales y estatales en materia de turismo sustentable para salvaguardar el desarrollo sano del ecosistema arrecifal artificial que se creará.
Co05	Incentivar los trabajos de conservación con prácticas agrosilvícolas integradas.	Reglamento para condicionar el consumo de agua de un proyecto turístico con respecto a la capacidad de recarga de los acuíferos	No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co07	Realizar prácticas de preservación del bosque de encino.	Aplicación de la NMX-AA-119-SCFI-2006	No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co10	Realizar prácticas de preservación de los humedales de la UGA	NOM-05-TUR-2003, NOM-060-TUR-2000, NOM-07-TUR-2002, NOM-08-TUR-2002, NOM-09-TUR-2002, NOM-010-TUR-2001, NOM-011-TUR-2001 Y NOM-174-SCFI-200	La Subsecretaría de Turismo se asegurará que los prestadores de servicios turísticos se apeguen a la NOM-05-TUR- 2003 relacionada a los requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para la prestación del servicio en el área del proyecto.
Co12	Fomentar el establecimiento de viveros de encino	Cumplimiento de la NOM-017-PESC-1994	La Subsecretaría de Turismo solicitará ante las autoridades competentes que el área del proyecto del arrecife

			artificial sea declarada zona de veda permanente o restringida a la pesca comercial o deportiva para que pase a ser un área de conservación ecológica.
Co16	Promover la declaratoria de Área y Espacio Verde Municipal bajo los supuestos de los artículos 88-92 de la Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima	NMX-TT-005-199-IMNC, NMX-TT-006-1996, NMX-TT-007-1997-IMNC	No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co18	Fomentar las prácticas de uso de horticultura y herbolaria.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co19	Desarrollar prácticas de conservación de los arroyos de la UGA, protegiendo la vegetación de galería de la misma		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co20	En los arroyos intermitentes se deberá favorecer el establecimiento y no remoción del estrato herbáceo dentro de los cauces de la UGA.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co21	Cualquier obra que interrumpa los escurrimientos naturales de competencia federal deberá contar con la autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA) o la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el ámbito de sus competencias.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co22	La construcción de caminos deberá evitarse dentro de las zonas ribereñas y de inundación.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.

Co23	El diseño de ingeniería de caminos sobre cauces deberá discutirse dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente dependiendo de las atribuciones federales, estatales o municipales en la materia.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co27	En UGAs con política de Preservación y Protección la autorización para el cambio de uso del suelo1 estará condicionado a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental federal, estatal o municipal de acuerdo con las modalidades y términos de referencia que emitan las autoridades de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de sus competencias y a la presentación de un "Estudio Técnico Justificativo Federal para cambio de uso del suelo". En todo caso el diseño del proyecto en cuestión deberá garantizar la continuidad de los procesos físicos y biológicos de la UGA y presentar las garantías que establecen las legislaciones ambientales de los tres órdenes de gobierno al respecto.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Co28	En UGAs con políticas de preservación y restauración, los proyectos referidos al lineamiento Co27 sólo podrán emplear el 20% de la superficie del predio para la actividad propuesta y fomentar la		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.

	restauración o conservación del predio con especies forestales originales del sitio.		
Co29	Se deberá elaborar un programa de restauración del sitio en conjunto con las autoridades estatales y federales.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
In19	Se deberá desalentar la instauración de establecimientos industriales en la UGA.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Mi11	Se deberá desalentar el establecimiento y la autorización ambiental para la explotación, exploración y beneficio de concesiones mineras de competencia federal y aprovechamientos mineros de competencia estatal, en UGAs con políticas de Protección y Preservación con fundamento en lo establecido en los artículos 4, 27 y 115 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, a los Artículos 27 fracción IV y, en su caso 20, de la Ley Minera; Arts. 58 y 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Art 8 Fracción II de la Constitución del Estado Colima Art. 2° Fracc. III, 8 Fracc. XV y XVII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, al libro quinto del código federal de procedimientos civiles, y, cuando corresponda, al Art. 59 de la Ley Agraria, entre otros		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.

	ordenamientos jurídicos en la materia.		
AhVi16	Desalentar el establecimiento de asentamientos humanos.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Tu16	Se deberán seguir las recomendaciones y criterios de la NMX-AA-133-SCFI-2006 que establece los requisitos y especificaciones de los servicios turísticos para obtener certificación ambiental ecoturismo.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Pc09	Se deberán desalentar las prácticas pecuarias en la UGA		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
If07	Se deberá desalentar el establecimiento de infraestructura en la UGA		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.
Uf09	En UGAs de Preservación y Protección se deberá desalentar la construcción de nuevos caminos o la constitución de servidumbres para estos fines. En estas UGAs sólo se permitirá el mantenimiento, más no ampliación, de caminos existentes para lo cual la dependencia responsable o promotor del proyecto deberá contar con la anuencia formal del programa de obra por parte de la Autoridad Ambiental Estatal.		No Aplica. No son los propósitos del proyecto.

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).

El Sistema Ambiental propuesto no se encuentran dentro de alguna Área Natural Protegida de carácter federal (Figura 11), por lo anterior no se realizarán actividades en las proximidades o al interior, tanto terrestres como marinas de estos sitios en ninguna etapa del proyecto.

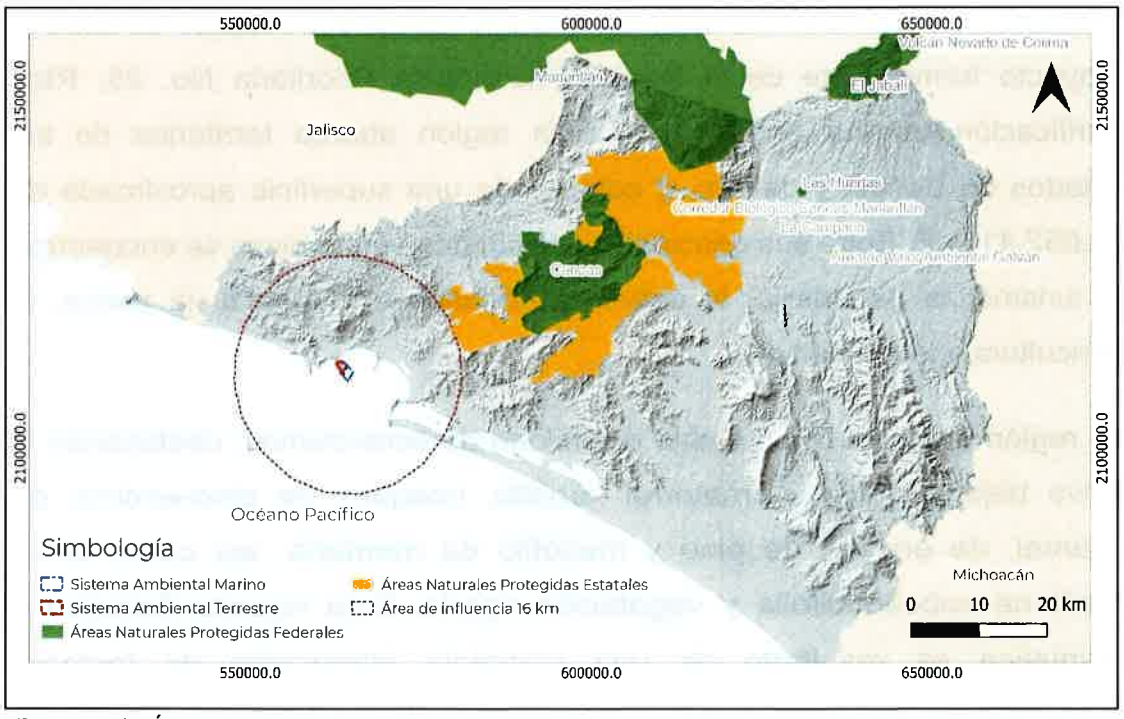


Figura 11. Áreas Naturales Protegidas próximas al Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

III.2.2 Áreas Protegidas Estatales.

El Corredor Biológico Canoas-Manantlán como Área de Valor Ambiental (AVA) fue decretada el 21 de octubre de 2023 por el Gobierno del Estado de Colima, con el objetivo de establecer una zona de conectividad ecológica que facilite la transición de especies entre las Áreas Naturales Protegidas de Canoas y Manantlán.

Respecto al presente proyecto, este se localiza fuera del área de influencia directa del corredor, a una distancia aproximada de 16 kilómetros. Por lo tanto, las actividades propuestas no interfieren con dicha zona ni generan impactos sobre sus condiciones ecológicas actuales (Figura 11).

III.2.3 Regiones Hidrológicas prioritarias para la biodiversidad.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el sistema ambiental terrestre donde se sitúa el proyecto forma parte de la Región Hidrológica Prioritaria No. 25, Ríos Purificación-Armería (Figura 12). Esta región abarca territorios de los estados de Colima y Jalisco, y comprende una superficie aproximada de 15,052.41 km². Entre sus principales actividades económicas se encuentran el turismo, la ganadería, la actividad portuaria e industrial, la pesca, la agricultura y la silvicultura.

La región presenta una notable diversidad de ecosistemas, destacando la selva baja caducifolia, matorral xerófilo, bosques de pino-encino, de oyamel, de encino, de pino y mesófilo de montaña, así como selva mediana subcaducifolia y vegetación riparia. Esta riqueza florística y faunística es resultado de una compleja interacción de factores topográficos, edáficos y climáticos, asociados principalmente a las dinámicas ecológicas de los macizos montañosos de la Sierra de Manantlán y el Nevado de Colima.

Según CONABIO (2011), entre las problemáticas identificadas en esta región destacan la deforestación, la sobreexplotación de acuíferos como consecuencia del crecimiento demográfico, el cambio de uso de suelo con fines urbanos, ganaderos y agrícolas, así como la contaminación por sedimentos y descargas residuales, y el uso indiscriminado de recursos naturales. Cabe señalar que el proyecto no representa afectación alguna

sobre esta cuenca hidrológica, ya que todas las actividades se desarrollan en el ámbito marino.

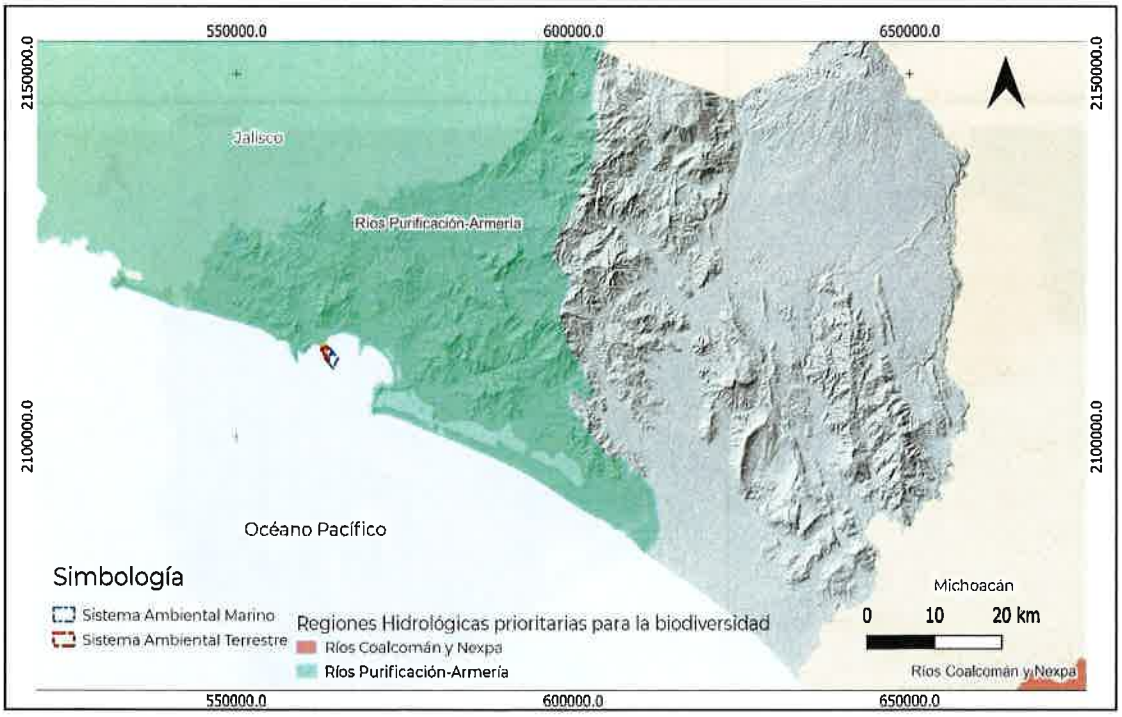


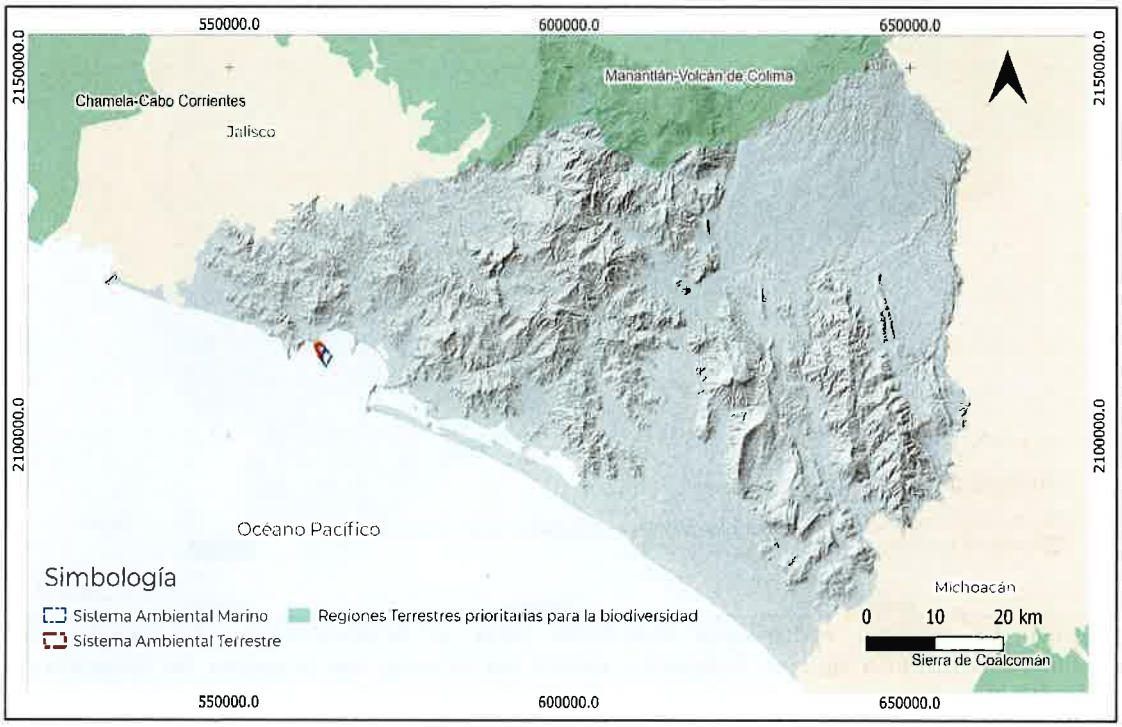
Figura 12. Región Hidrológica Prioritaria para la biodiversidad, denominada Río Purificación-Armería que se encuentra dentro de la zona del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

III.1.1 Regiones Terrestres prioritarias para la biodiversidad.

Se considera además como la Región Terrestre Prioritaria (RTP) para la biodiversidad No. 64 de México, denominada Manantlán-Volcán de Colima (Figura 13), cuenta con una superficie de 2,861 Km^2 y corresponde a dos Áreas Naturales Protegidas, Sierra de Manantlán (decretada en 1987), que corresponde a una serranía en Jalisco y Colima, y la del Volcán de Colima-Nevado de Colima (decretada en 1940), se encuentran más cerca del área de estudio, sin embargo, la relación de esta región con el proyecto es prácticamente nula dado que las principales actividades de este se desarrollan en el litoral costero marino.

Figura 13. Mapa que muestra parte de la Región Terrestre Prioritaria para la biodiversidad Manantlán-Volcán de Colima que se encuentra alejado de la delimitación del sistema ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

III.1.2 Regiones Marinas prioritarias para la biodiversidad.



La zona donde se desarrollará el proyecto se encuentra aproximadamente a 5 km de la Región Marina Prioritaria (RMP) No. 27 para la conservación de la biodiversidad marina en México, denominada "Punta Graham–El Carrizal" (Figura 14), con una superficie aproximada de 1,360 km². Esta región se caracteriza por presentar una plataforma continental angosta y un talud continental con pendiente pronunciada, características batimétricas que favorecen procesos de afloramiento y la interacción entre masas de agua costeras y oceánicas.

Desde un enfoque oceanográfico, esta RMP abarca ambientes pelágicos, litorales e infralitorales con alta integridad ecológica, incluyendo ecosistemas como acantilados rocosos, playas arenosas e islotes, los cuales presentan baja eutrofización y estabilidad ambiental. Aunque es considerada una zona

pesquera de mediana importancia, no reporta alta actividad turística.

Entre las principales problemáticas ambientales identificadas se encuentran los impactos derivados de las prácticas de pesca industrial, particularmente el arrastre de fondo por parte de embarcaciones camaroneras, así como la introducción de especies exóticas en las islas cercanas, lo cual altera la composición biótica nativa.

Cabe destacar que, si bien el Sistema Arrecifal Artificial de Colima se localiza en las proximidades de esta región prioritaria, no se intersecta con su área de influencia directa. Por tanto, las acciones del proyecto no generan impactos sobre los procesos ecológicos o condiciones fisicoquímicas que caracterizan esta RMP.

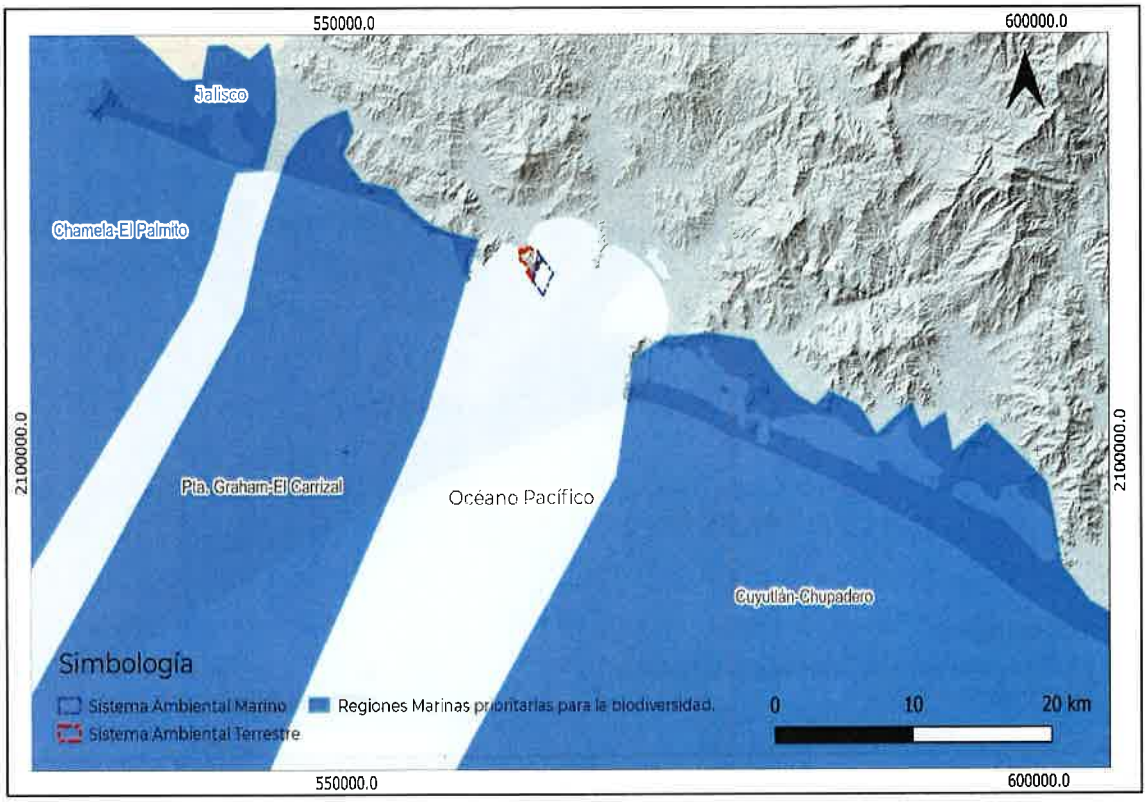


Figura 14. Región Marina Prioritaria para la biodiversidad Punta Graham-El Carrizal se encuentran cerca del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

III.1.2.1 Sitios Marinos Prioritarios.

La CONABIO establece también Sitios Marinos Prioritarios (SMP) que pueden ser importantes para las pesquerías de peces pelágicos; principalmente en verano. Este tipo de especies pesqueras tienen gran capacidad de desplazamiento y buscan las mejores condiciones para su desarrollo a lo largo de la costa. El Sistema Ambiental marino del proyecto se ubica dentro del SMP Laguna Cuyutlán – Río Armería (Figura 15) y tendrá una influencia positiva en este ya que el arrecife artificial será un punto libre de esfuerzo pesquero que permitirá el resguardo y protección de especies marinas, así como una zona con una gran diversidad faunística debido a la proliferación de distintas estructuras coralinas que funcionarán como refugio para especies asociadas.

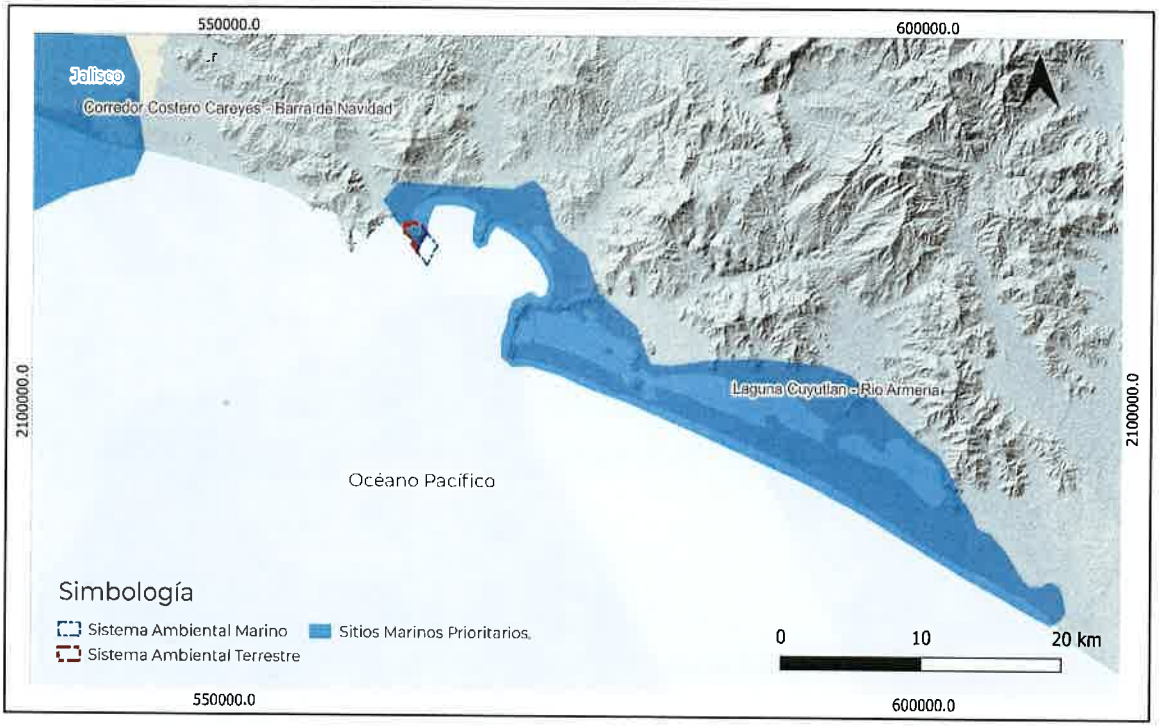


Figura 15. Sitios Marinos Prioritarios para la biodiversidad, Laguna de Cuyutlán – Río Armería se encuentra dentro del Sistema Ambiental Terrestre y Marino del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

III.1.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs).

El Área de Importancia para la Conservación de las Aves más cercana al sitio del proyecto se encuentra a unos kilómetros fuera del sistema ambiental y corresponde al sitio Ramsar Laguna de Cuyutlán y Estero Palo Verde (Figura 16). Las acciones del proyecto no se relacionan en ningún sentido con el ecosistema del sitio Ramsar Laguna de Cuyutlán y Estero Palo Verde. Por lo tanto, no se afectará de ninguna manera a este ecosistema.

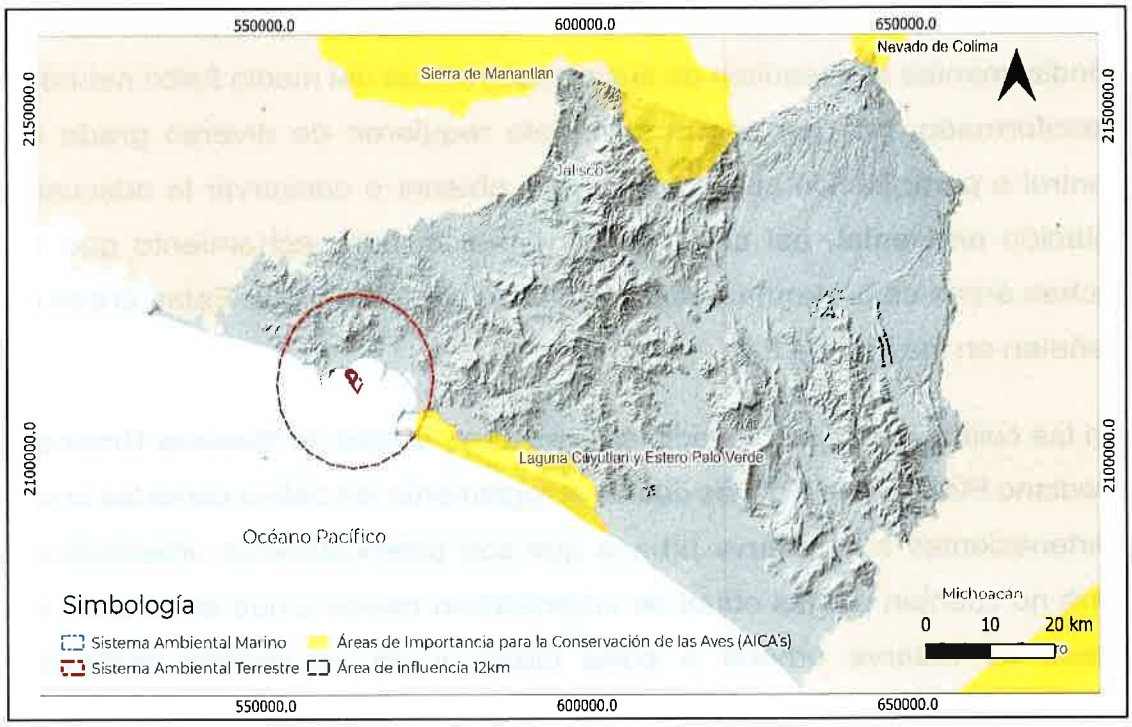


Figura 16. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) Laguna de Cuyutlán y Estero Palo Verde, fuera del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

III.3.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Manzanillo.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Manzanillo

(actualización versión 2015) publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional "El Estado de Colima", Tomo 100, Número 09, pág., 2 fechado el sábado 21 de febrero del 2015 (Figura 17). El proyecto se desarrollará en el área marina, pero tendrá una concordancia muy similar a la región terrestre aledaña como sitio de conservación ecológica donde se buscará crear un ecosistema arrecifal artificial marino.

En el Capítulo III del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima en el apartado de Clasificación de áreas en el artículo 15, se establece que la clasificación de áreas y predios se establece en función de las condicionantes que resulten de sus características del medio físico natural y transformado, las que según su índole requieren de diverso grado de control o participación institucional, para obtener o conservar la adecuada relación ambiental, así como para normar el aprovechamiento que en dichas áreas se pretenda realizar, en caso de ser factible. Estas áreas se señalan en los Planos E-2.

En las colindancias del proyecto se presentan "Áreas de Reserva Urbana a Mediano Plazo (RU-MP)", las cuales el reglamento las define como las áreas pertenecientes a la reserva urbana que son potencialmente urbanizables, pero no cuentan por las obras de urbanización básica a que se refieren las áreas de reserva urbana a corto plazo, y no es factible realizarlas inmediatamente.

RU-MP-11: Área conformada por un polígono, el cual cuenta con una superficie aproximada de 115.08 ha., delimitada al norte por el Océano Pacífico y por el canal de entrada a la Laguna de Juluapan y por el área APU1 y al sur, oriente y poniente por el área AC-23.

Las "Áreas de Conservación Ecológica" que se definen como las áreas del territorio estatal en donde los ambientes originales no han sido

significativamente alterados por la actividad humana y que por razones de carácter ambiental y equilibrio ecológico deben conservarse, promoviendo sean decretadas como áreas naturales protegidas. Igualmente, se consideran áreas de conservación ecológica las áreas de preservación agrícola primaria, que son los terrenos que por la calidad de sus suelos clasificados como de primera clase en términos edafológicos, son de alto potencial de productividad agrícola, debiendo preservarse para estos fines y evitar su transformación en suelo urbano. Estas áreas se identifican por la clave AC y el número que las diferencia una de otra.

AC-23: Áreas de Conservación ecológica, ubicada al sur del centro de población, correspondiente a la Península de Juluapan, delimitada al norte, oriente y poniente por la reserva urbana a mediano plazo RU-MP11 y al sur por el litoral de la Bahía Cenicero y Bahía de Juluapan.

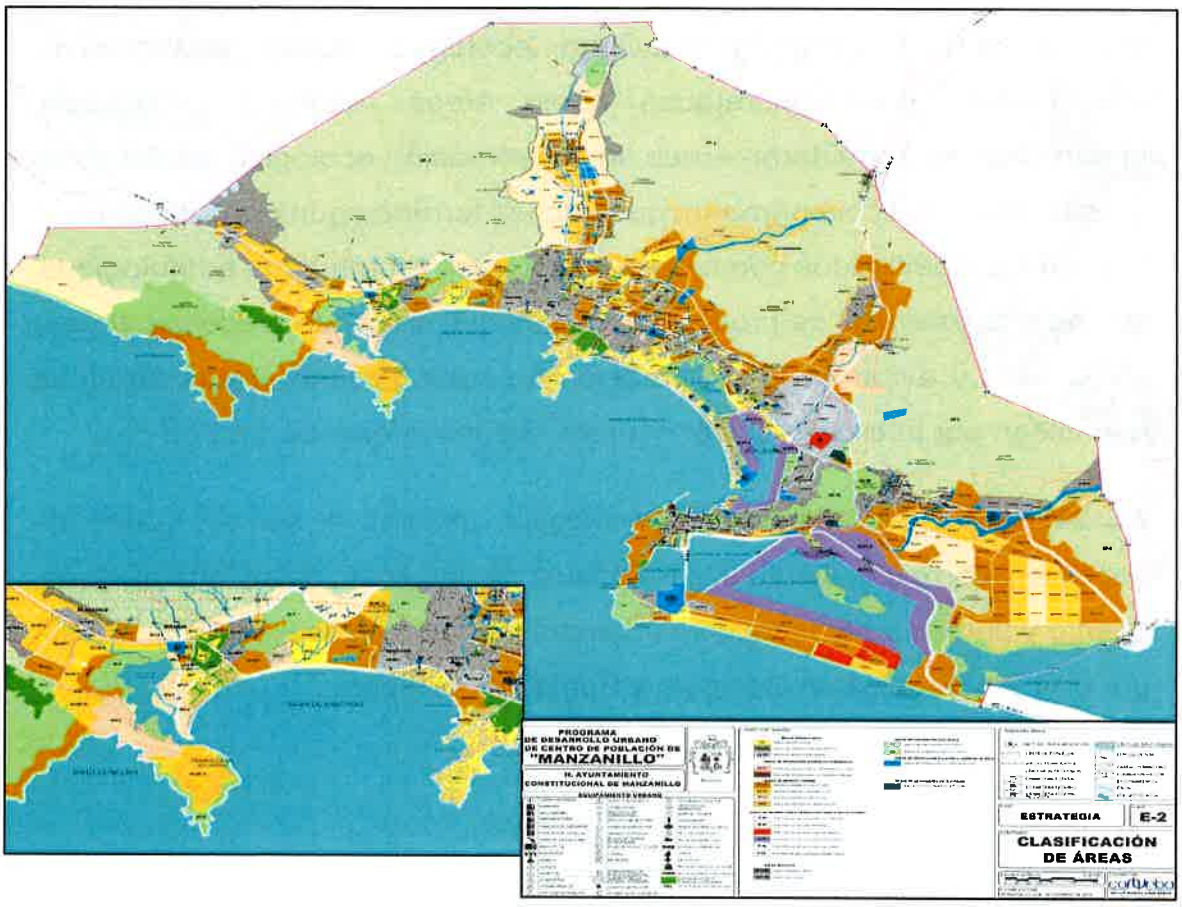


Figura 17. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de "Manzanillo", fuera del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

Según lo define el Artículo 18 del Reglamento de Zonificación para el Estado, para formular la zonificación, los programas de desarrollo urbano subdividirán un área territorial en distintos tipos de zonas, que identifican y determinan los aprovechamientos predominantes que se permiten en las mismas, y se norman por la Reglamentación de Zonas que el propio Reglamento establece en los capítulos VII al XIII.

ZONA DE PARQUE NATURAL (PN).

PN-5: Zona de parque natural que se ubica en la periferia de la península de Juluapan que corresponde al Área de Conservación Ecológica AC-23.

ZONAS TURÍSTICAS. La reglamentación de zonas turísticas tiene la finalidad de promover las siguientes acciones. I. Salvaguardar la belleza y el valor ambiental de los recursos naturales, que son la razón de ser del atractivo de este tipo de zonas y, cuyo deterioro las más de las veces es irreversible convirtiéndose a la vez en decadencia de la propia actividad turística; II. Propiciar el aprovechamiento adecuado del potencial de desarrollo que pueden tener sitios de atractivo natural, previendo distintos tipos de zonas que respondan a las características naturales del área; III. Proteger las áreas contra la excesiva concentración de habitantes regulando la densidad de la población y la densidad de la edificación en cada zona específica, señalando la mínima dotación de espacios abiertos dentro de estas zonas con objeto de asegurar espacios para el descanso y la recreación; y IV. Proteger las zonas turísticas contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles.

TURÍSTICO DE DENSIDAD MEDIA

T3-4: Zona conformada por un polígono, el cual cuenta con una superficie aproximada de 262.53 has., delimitada al Norte con la zona T3-3 y la PN-4, al sur con la zona PN-5 y la Bahía Cenicero, al oriente con Laguna de Juluapan y al poniente con la zona PN-3, T2-1, PN-1 y el Campo de Golf Corazón de Manzanillo. Correspondiente al Área de Reserva Urbana a Mediano Plazo RU-MP-10, RU-MP-10 y Área en Proceso de Urbanización APU-1.

El análisis de la vinculación del proyecto con el Desarrollo Urbano del Centro de Población de Manzanillo es el siguiente (Tabla XIV):

Tabla XVI. Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Manzanillo y su vinculación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Programa de Desarrollo Urbano Manzanillo	Vinculación y cumplimiento
ÁREAS DE PREVENCIÓN ECOLÓGICA Las Áreas de Prevención Ecológica, son las que a continuación se describen, y deben ajustarse a las normas señaladas en el Reglamento de Zonificación del Estado de Colima. AP-1 Áreas de Prevención Ecológica, localizadas a oriente de la ciudad, y corresponden al conjunto de cerros integrados por Cerro Ojo de Agua, Cerro La Vaca, Cerro La Milpa, entre otros. AP-2 Áreas de Prevención Ecológica, localizadas al norte de la ciudad, y corresponden al conjunto de cerros al oriente integrados por Cerro El Plátano, Cerro El Jabalí, Cerro La Milpa, Cerro El Toro interrumpido por la reserva urbana para continuar al poniente con Cerro Sin Nombre, Cerro Sin Nombre II, entre otros al norte de Valle de las Garzas. AP-3 Áreas de Prevención Ecológica, localizadas a poniente de la ciudad en El Colomo y corresponden al conjunto de cerros integrados por Cerro Milpillas, Cerro Sin Nombre III, entre otros. AP-4 Áreas de Prevención Ecológica, localizadas a poniente de la ciudad entre el límite de la reserva urbana a corto plazo RU-CP-117 y el límite de Área de Aplicación del Programa.	El proyecto se localiza en la zona marina, por lo que no está sujeto a las disposiciones del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Manzanillo. No obstante, colinda con áreas costeras clasificadas como zonas sujetas a prevención ecológica. En este contexto, la implementación de un sistema arrecifal artificial es plenamente congruente con el uso costero permitido, al promover la conservación de la biodiversidad marina mediante la creación de hábitats estructurales que faciliten el refugio, reproducción y desarrollo de especies bentónicas y pelágicas. Este enfoque favorece la resiliencia ecológica de la zona litoral y complementa las estrategias de manejo ambiental de la región.
ÁREAS DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA Las áreas del territorio estatal en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que por razones de carácter ambiental y equilibrio ecológico deben conservarse, promoviendo sean decretadas como áreas naturales protegidas. Igualmente, se consideran áreas de conservación ecológica las áreas de preservación Agrícola primaria, que son los terrenos que por la calidad de sus suelos clasificados como de primera clase en términos edafológicos, son de alto potencial de productividad Agrícola, debiendo preservarse para estos fines y evitar su transformación en suelo urbano.	El proyecto colinda con zonas de conservación ecológica terrestre que presentan un elevado valor paisajístico. Dado que todas las actividades se desarrollan en el medio submarino y no implican alteraciones visuales o físicas en el entorno terrestre, se asegura la no afectación del paisaje natural. La ubicación y diseño del sistema arrecifal artificial permiten mantener la integridad escénica del litoral, al tiempo que se fortalece la conectividad ecosistémica marina costera.

ZONAS TURISTICAS -Salvaguardar la belleza y el valor ambiental de los recursos naturales, que son la razón de ser del atractivo de este tipo de zonas y, cuyo deterioro las más de las veces es irreversible convirtiéndose a la vez en decadencia de la propia actividad turística. - Propiciar el aprovechamiento adecuado del potencial de desarrollo que pueden tener sitios de atractivo natural, previendo distintos tipos de zonas que respondan a las características naturales del área. -Proteger las áreas contra la excesiva concentración de habitantes regulando la densidad de la población y la densidad de la edificación en cada zona específica, señalando la mínima dotación de espacios abiertos dentro de estas zonas con objeto de asegurar espacios para el descanso y la recreación. -Proteger las zonas turísticas contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles	El proyecto puede potenciar su desarrollo por el atractivo que representa el arrecife artificial para el turismo de aventura (buceo).

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

El análisis de la vinculación del proyecto con los instrumentos normativos es el siguiente:

Tabla XVII. Vinculación de los instrumentos normativos mexicanos vigentes con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Articulo	Vinculación y cumplimiento
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-2021. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en Aguas y Bienes Nacionales.	- La NOM-001 será referente de la calidad de agua que debe mantenerse en el sitio del proyecto. - Los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) serán sujeto a retiro de fluidos, limpieza y preparado para evitar que cualquier contaminante se introduzca al sitio del hundimiento. - La Secretaría de Marina y el Comité Interinstitucional creado para dar seguimiento al proyecto serán los que supervisen los trabajos de limpieza y darán su visto bueno final. - Durante la operación se mantendrá el monitoreo de la calidad de agua a fin de conocer si las actividades turísticas afectan este parámetro ambiental y se requiera de aplicar medidas adicionales para mantener valores que no afecten la calidad ambiental.

	- De manera adicional se considerarán los Criterios ecológicos de calidad de agua CE-CCA-001/89.
Flora y Fauna	
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	- La región marina costera donde se ubicará el proyecto se caracteriza por mantener un fondo arenoso carente de flora y fauna marina macroscópica. A simple vista es una planicie submarina con poca diversidad. - La creación del arrecife artificial del proyecto incorporará un sustrato firme que propiciará el desarrollo de especies bentónicas y todo un ecosistema asociado a las redes tróficas a desarrollarse. - Todas las especies que se desarrollen sobre el arrecife artificial serán protegidas; incluidas aquellas que se encuentren dentro de la NOM-059. - Los objetivos principales del proyecto son la protección y aumento de la biodiversidad a través de esta zona que servirá de refugio a especies regionales. - Los objetivos como sitio de buceo para la atracción del turismo es un objetivo secundario que deberá apegarse a seguir los lineamientos establecidos en un plan de manejo ambiental bajo el componente de turismo sustentable.
Turismo sustentable	
NOM-012-TUR-2016 para la prestación de servicios turísticos de buceo. (PROYECTO DE NORMA NOM-012-TUR-2022 Requisitos de seguridad, información, operación y equipamiento para la prestación de servicios turísticos de buceo (cancelará la NOM-012-TUR-2016).	- La Subsecretaría de Turismo asegurará que los prestadores de servicios turísticos que visiten el sitio para realizar actividades de buceo lo hagan cumpliendo la norma vigente en su momento, no solo en el tema de seguridad del visitante al sitio del arrecife artificial, sino en el tema de la protección al medio ambiente y del patrimonio cultural del sitio. - Los prestadores de servicios informarán a los practicantes de buceo que las actividades se deben desarrollar sin dañar o extraer especímenes de flora y fauna marina del arrecife viva o muerta, así como no extraer o alterar la estructura de los pecios.
Residuos Peligrosos	
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos.	- Los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) serán preparado con el retiro de cualquier fluido o material que pueda ser considerado unos residuos peligrosos según los criterios establecidos por esta norma oficial mexicana.

	- Como ya se ha mencionado, será la Secretaría de Marina y el Comité Interinstitucional creado para dar seguimiento al proyecto los que supervisen los trabajos de limpieza y darán su visto bueno final. - Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se aplicarán medidas de control de residuos (incluido los residuos peligrosos) dentro del componente de turismo sustentable del plan de manejo ambiental.

III.5 Otros instrumentos a considerar.

III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

El análisis de la vinculación del proyecto LGEEPA es el siguiente:

Tabla XVIII. Vinculación de la Ley General de Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Articulo	Fracción	Vinculación y cumplimiento
Artículo 28. Especifica que la evaluación de 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	Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	- El presente proyecto considera actividades a realizarse en la zona marítima costera en aguas de jurisdicción federal por lo que se aplicará el procedimiento de evaluación de impacto ambiental a fin de que la autoridad ambiental pueda conocer las medidas aplicables para la protección del medio ambiente.

preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Las obras o actividades que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental son, entre otras.		
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.		- El presente documento contiene la Manifestación de Impacto Ambiental realizada al proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial a través del hundimiento de los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima. A fin de que SEMARNAT cuente con los elementos para llevar a cabo la EIA y en su caso emitir el resolutivo y/o recomendaciones correspondientes.

III.5.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El presente ordenamiento tiene como objeto reglamentar la LGEEPA citada en materia de evaluación de Impacto Ambiental a nivel federal; el análisis de la vinculación con el proyecto es el siguiente:

Tabla XIX. Reglamento de la Ley General de Equilibro Ecológico y Protección al Ambiente y su relación con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Articulo	Inciso / Fracción	Vinculación y cumplimiento
En el Capítulo II de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, se establece: Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:	Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: R) Obras y actividades en humedales, manglares, ríos, lagunas y esteros conectados al mar, así como sus litorales o zonas federales; en la fracción I se hace referencia a cualquier tipo de obra civil y en la fracción II a cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales.	Los arrecifes artificiales están considerados dentro de los desarrollos inmobiliarios que pueden afectar a los ecosistemas costeros; en este sentido se incluye dentro del marco jurídico aplicable para solicitar la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental. El proyecto incluye actividades a realizarse en el litoral marino mexicano. En este sentido se sujetará a la autorización en materia de impacto ambiental.

III.5.3 Ley General de Vida Silvestre.

El análisis de la vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre es el siguiente:

Tabla XX. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Articulo	Vinculación y cumplimiento
Artículo 56 menciona que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre	En el sitio del proyecto si existen especies de flora o fauna listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, el proyecto del arrecife artificial prevé la conservación de especies protegidas y la colonización de especies de flora y fauna marina asociado a este hábitat que pudieran estar sujetas a algún estatus de protección especial.

científico y, en su caso el nombre común más utilizado de las especies.	Todas las especies identificadas, incluidas las que no estén en riesgo serán protegidas para evitar sean removidas o lastimadas en actividades como el buceo o la pesca (comercial o deportiva). El principal propósito del proyecto será como sitio de refugio, protección y reproducción de la vida marina.
Artículo 63 menciona que la conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de utilidad pública. La Secretaría, previa opinión del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, podrá declarar la existencia de hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre.	En el sitio de hundimiento de los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) no se desarrollan hábitats críticos. La superficie del fondo marino está cubierta de planicies de arena con poca diversidad de flora y fauna marina. En todo momento se respetará una distancia mínima de 100 m para evitar que las actividades de hundimiento o un eventual desplazamiento por tormenta de los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) pueda afectar la condición del pecio inicialmente señalado.

III.5.4 Ley General de Bienes Nacionales.

El análisis de la vinculación del proyecto con la Ley de Bienes Nacionales (LGBN) es el siguiente:

Tabla XXI. Vinculación de la Ley General de Bienes Nacionales con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda".

Articulo	Fracción	Vinculación y cumplimiento
Artículo 7°. "Son bienes de uso común...	III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar;	El sitio del proyecto se ubica dentro de las 12 millas náuticas por lo que forma parte del mar territorial de México, por lo que se consideran bienes de uso común sujetos a la LGBN.
El Artículo 8° establece que todos los habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y sus reglamentos administrativos. Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes.		El proyecto solicitará las autorizaciones que correspondan.
El Artículo 9° menciona que los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación estarán exclusivamente bajo jurisdicción de los poderes federales, en los términos prescitos por la ley.		

III.5.5 Ley de Vertimientos.

Vinculación del proyecto con la Ley de Vertimientos es el siguiente:

Tabla XXII. Vinculación de la Ley Vertimientos con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

Articulo	Fracción	Vinculación y cumplimiento
Artículo 3. Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:	II. El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, con el único objeto de deshacerse de ellas;	El hundimiento de los ex buques Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) no tiene como propósito el deshacerse de él. El principal objetivo será la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima que genere todo un ecosistema marino en su entorno.
	~~VI La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura.~~ Derogada mediante Decreto publicado en el DOF del 13/04/2020 por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Vertimientos.	Los arrecifes artificiales ya no son considerados como vertimientos, por lo cual no se requiere obtener el permiso en ese sentido. En este sentido, se entiende que el arrecife artificial debe ser de un material inerte que no reaccione o contenga contaminantes que se dispersen en el agua.

III.5.6 Plan Nacional de Desarrollo PND 2025-2030.

El PND 2025-2030 propone una nueva política de desarrollo, una nueva etapa que estará regida por los siguientes Ejes Generales: Gobernanza con justicia y participación ciudadana, desarrollo con bienestar y humanismo, economía moral y trabajo, desarrollo sustentable. Los Ejes transversales Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres, innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional, derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Este documento se encuentra en elaboración actualmente por lo cual no se puede realizar el análisis de vinculación y/o cumplimiento del proyecto.

III.5.7 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030.

Este documento se encuentra en elaboración, por lo cual no se puede realizar el análisis de vinculación con el proyecto.

III.5.8 Plan Estatal de Desarrollo Colima 2021-2027.

El Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2021-2027 cuenta con cinco Ejes de trabajo los cuales se enlistan a continuación:

1. Bienestar para todas y todos.
2. Economía para el bienestar.
3. Sembrar la paz.
4. Colima nuestro hogar.
5. Gobierno honesto y transparente.

Las actividades del presente proyecto se ubican dentro del Eje 2. Economía para el bienestar, vinculándose de la siguiente manera:

Tabla XXIII. Vinculación del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda".

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2021-2027 SEGUNDO EJE ECONOMÍA PARA EL BIENESTAR			
Objetivo estratégico	**Estrategia**	**Programas**	**Vinculación y cumplimiento**
-2. Economía para el bienestar	-Uno de los ejes prioritarios para el gobierno es la reactivación económica, pues con ésta se iniciará la transformación hacia el	-Programa Integral de Innovación y Desarrollo de Productos Turísticos: Busca fomentar proyectos turísticos sustentables desarrollados por	- El SAAC contribuye a la diversificación de la oferta turística del estado al transformar un recurso natural marino en una experiencia ecoturística sustentable. Promueve la identidad local y el desarrollo equitativo al integrar la participación comunitaria, la

	bienestar de las y los colimenses. El objetivo es fortalecer la economía, impulsando comercio, turismo, la industria y el campo, para tener empleos dignos y generar oportunidades de empleo principalmente a mujeres y grupos vulnerables.	comunidades y emprendedores, transformando los recursos naturales, históricos y culturales en experiencias que diversifiquen la oferta turística del estado. Su objetivo es fortalecer la identidad local, promover el desarrollo equitativo y mejorar la calidad de vida mediante modelos innovadores de turismo (naturaleza, rural, gastronómico, médico, LGBT+, entre otros).	educación ambiental y la conservación marina como ejes del proyecto, en concordancia con el enfoque de sostenibilidad ambiental y participación ciudadana del programa.
		-Programa Integral de Desarrollo de Infraestructura Turística, este programa tiene como objetivo impulsar la creación de infraestructura turística sostenible en el estado de Colima, fomentando la inversión privada y el desarrollo de productos turísticos que mejoren tanto la calidad de vida de los residentes como la experiencia de los visitantes. Se enfoca en playas, comunidades y centros urbanos, priorizando diseños sustentables y consensuados con	- El SAAC representa un modelo de infraestructura turística sostenible en el ámbito marino, con diseño técnico adecuado al entorno y con beneficios ambientales y sociales. Fortalece la experiencia del visitante y la calidad de vida de la población al recuperar zonas marinas degradadas, generar espacios de esparcimiento regulado y fomentar la inversión responsable en actividades turísticas sustentables.

		los beneficiarios para garantizar su apropiación y funcionalidad.	

III.5.9 Plan Municipal de Desarrollo Manzanillo 2024-2027.

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) del H. Ayuntamiento de Manzanillo se alinea con el Plan Estatal del Estado de Colima. El análisis de la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2024-2027 es el siguiente:

Tabla XXIV. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 con el proyecto de creación de un arrecife a través del hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda".

-PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2024-2027			
-EJES DE ACCIÓN			
-Objetivos estratégicos	**-Estrategia**	**-Líneas de acción**	**-Vinculación y cumplimiento**
-Economía para el Bienestar	-Promoción turística del Puerto de Manzanillo	-Impulsar nuevos productos turísticos.	- El proyecto de creación del arrecife artificial se puede considerar un nuevo producto turístico que permitirá atraer nuevos visitantes del sector de turismo de aventura (práctica de buceo) por lo atractivo que resulta conocer la riqueza natural subacuática del Pacífico Central Mexicano en el estado de Colima.

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 Influencia.

El área de influencia potencial del proyecto corresponde desde el margen continental hasta la cota -30 m dentro del Sistema Ambiental delimitado. Esta corresponde a una superficie aproximada de 175.3 ha (Figura 18). El

área de influencia directa corresponde al polígono de 28.1 ha donde se desarrollará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC).

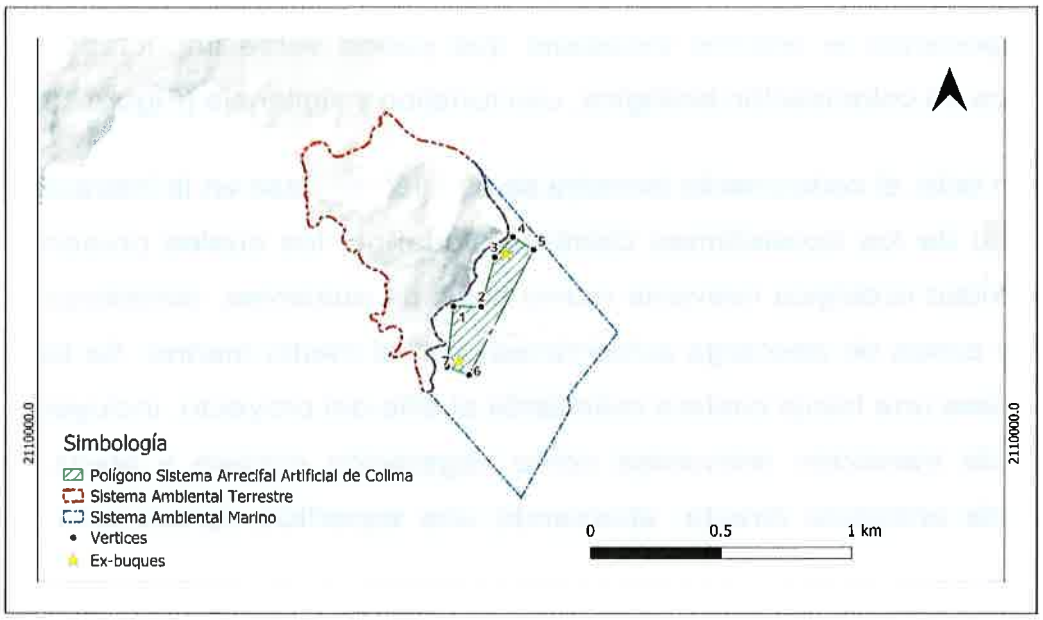


Figura 18. Delimitación en el Área de influencia en Manzanillo, Colima.

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental.

La delimitación del Sistema Ambiental del proyecto se llevó a cabo con base en criterios fisiográficos, ecológicos y de conectividad marina- terrestre, utilizando información geoespacial oficial disponible y herramientas de análisis SIG. Para ello, se integraron capas temáticas generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como delimitaciones ambientales propuestas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En el componente marino, se estableció una unidad ambiental considerando un radio de 200 metros en torno a cada uno de los sitios de hundimiento propuestos para los arrecifes artificiales, lo cual se justifica a partir del área de influencia directa en procesos ecológicos como la dispersión larval, la atracción de especies móviles (peces pelágicos), y la

eventual formación de comunidades biológicas sobre las estructuras. Esta delimitación forma un área marina cuya superficie aproximada es de 175.1 ha, englobando el entorno inmediato que puede verse impactado por procesos de colonización biológica, uso turístico y vigilancia (Figura 19).

Por otro lado, el componente terrestre se definió con base en la interacción funcional de los ecosistemas costeros aledaños, los cuales presentan conectividad ecológica relevante (como flujos de nutrientes, corredores de fauna y zonas de descarga subterránea) con el medio marino. Se tomó como base una franja costera colindante al sitio del proyecto, incluyendo zonas de transición relevantes como vegetación costera y áreas de influencia antrópica directa, abarcando una superficie aproximada de 160.5 ha.

En conjunto, ambos componentes forman un área de 335.6 ha, la delimitación propuesta considera los elementos físicos, ecológicos y funcionales relevantes para el desarrollo, operación y monitoreo del proyecto, asegurando que el sistema ambiental abarque tanto el área de influencia directa como indirecta, lo que permitirá una mejor planeación de las acciones de manejo ambiental, vigilancia y conservación del entorno arrecifal artificial.

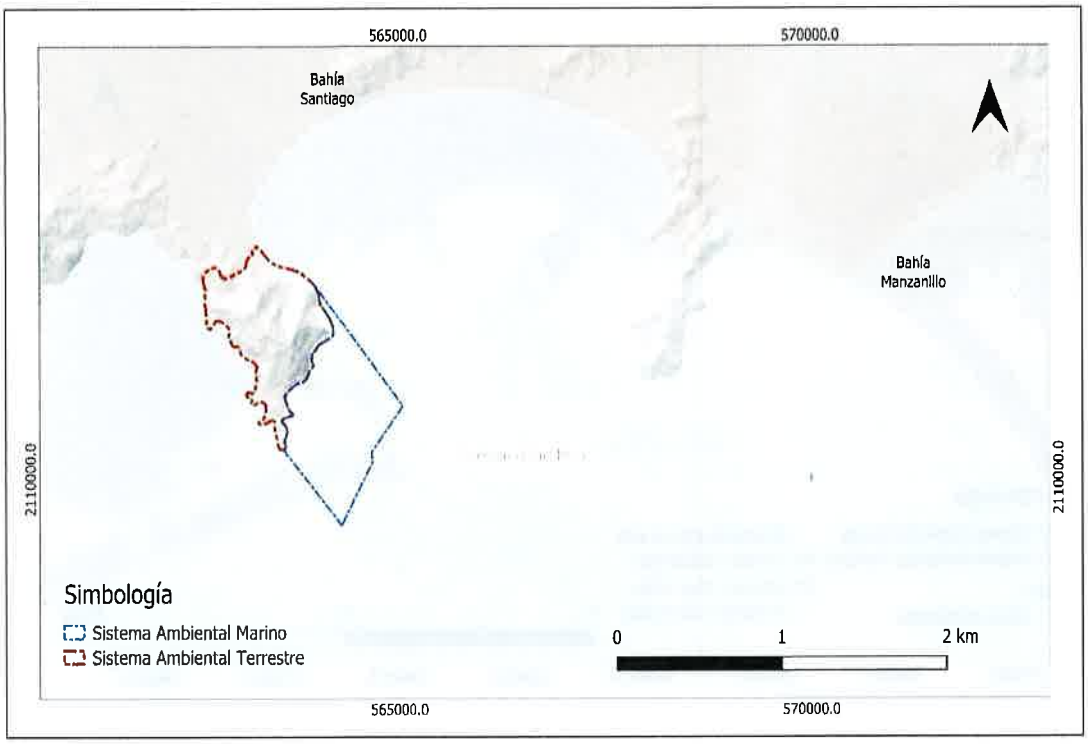


Figura 19. Mapa de delimitación del Sistema Ambiental del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del sistema ambiental.

IV.3.1.1 Medio abiótico.

IV.3.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos.

De acuerdo con la clasificación Köppen modificada por García (1981) en la zona costera del municipio de Manzanillo solo se presenta un tipo de clima que es el cálido subhúmedo (Aw0) con una temperatura media anual que oscila entre 18° y 32°C; donde la temperatura del mes más frío es menor de 18°C y la temperatura del mes más caliente supera los 32°C (Figura 20).

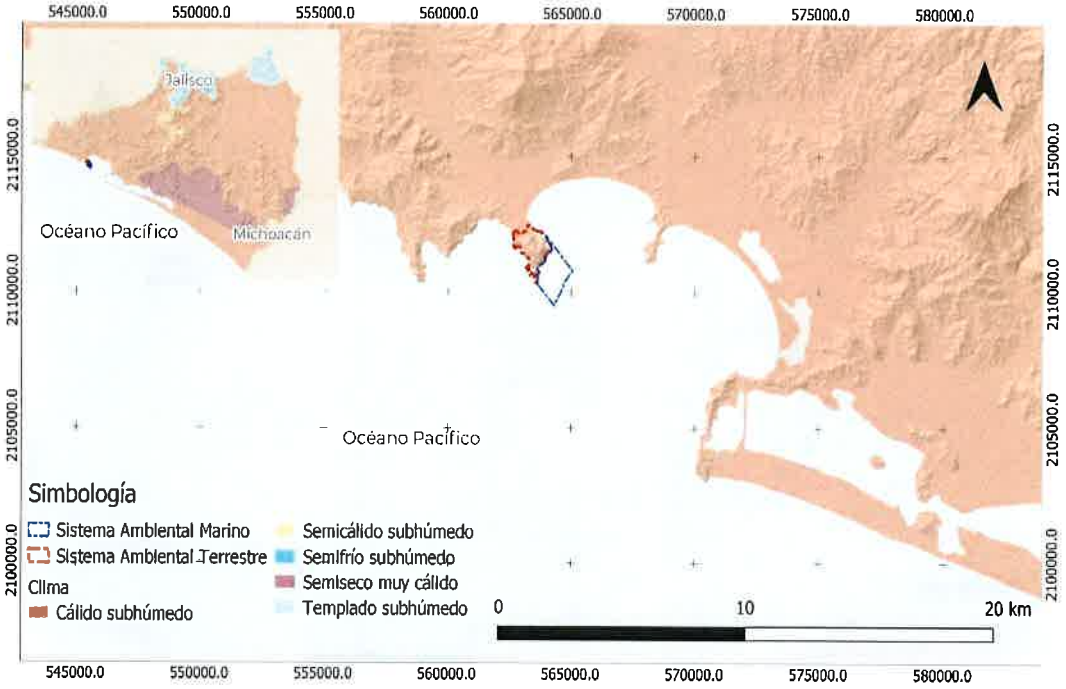


Figura 20. Mapa del clima predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

La Estación meteorológica más cercana es la de Camotlán de Miraflores (clave 6004) en el municipio de Manzanillo, Colima, registra a enero como el mes más frío con una temperatura mínima de 14.2°C; mientras que las temperaturas máximas se registran en junio con 33°C. La precipitación máxima se alcanza en el mes de septiembre con 292.1 mm y el más seco es abril con 0.3 mm. La figura 22 muestra un climograma elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para la citada estación meteorológica (Figura 21).

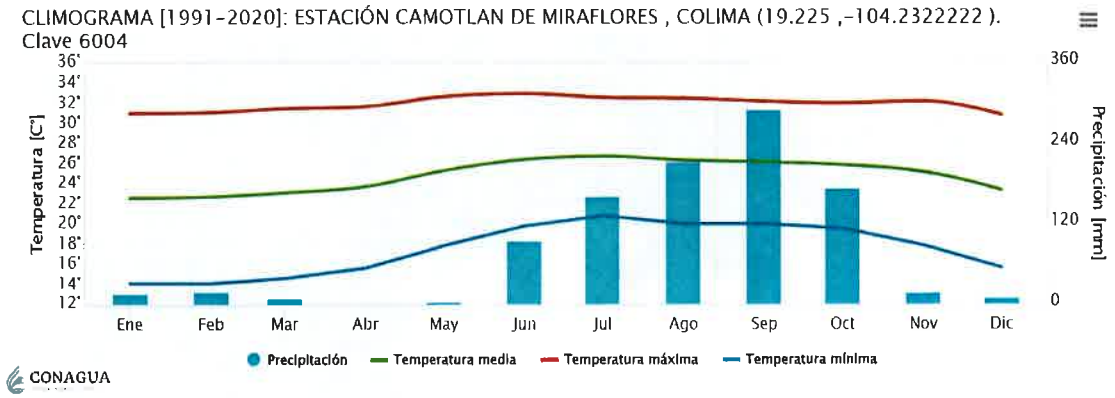


Figura 21. Climograma (1991-2020) de la Estación Camotlán de Miraflores clave 6004, elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

En la figura 22 se puede consultar un mapa con los intervalos de temperatura predominantes en la región (18.1– 26.5°C). La figura 23 muestra un mapa con los rangos de precipitación predominantes (700 – 900mm) en la región donde se desarrollará el proyecto. La evapotranspiración o pérdida de humedad de la superficie por evaporación directa en la zona es aproximada a los 200 mm (figura 24).

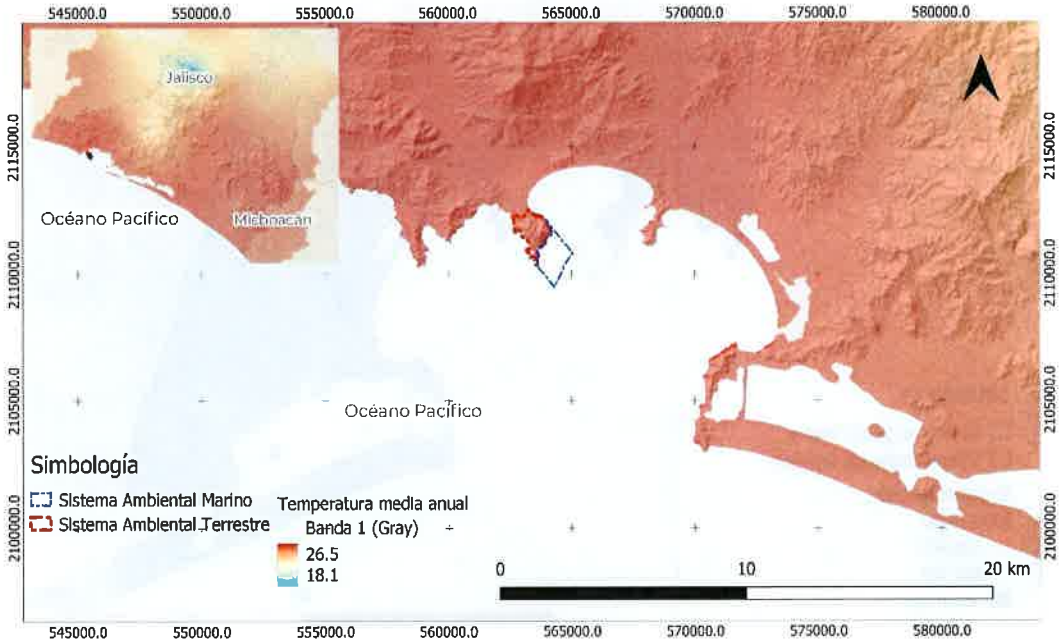


Figura 22. Intervalo de temperatura predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

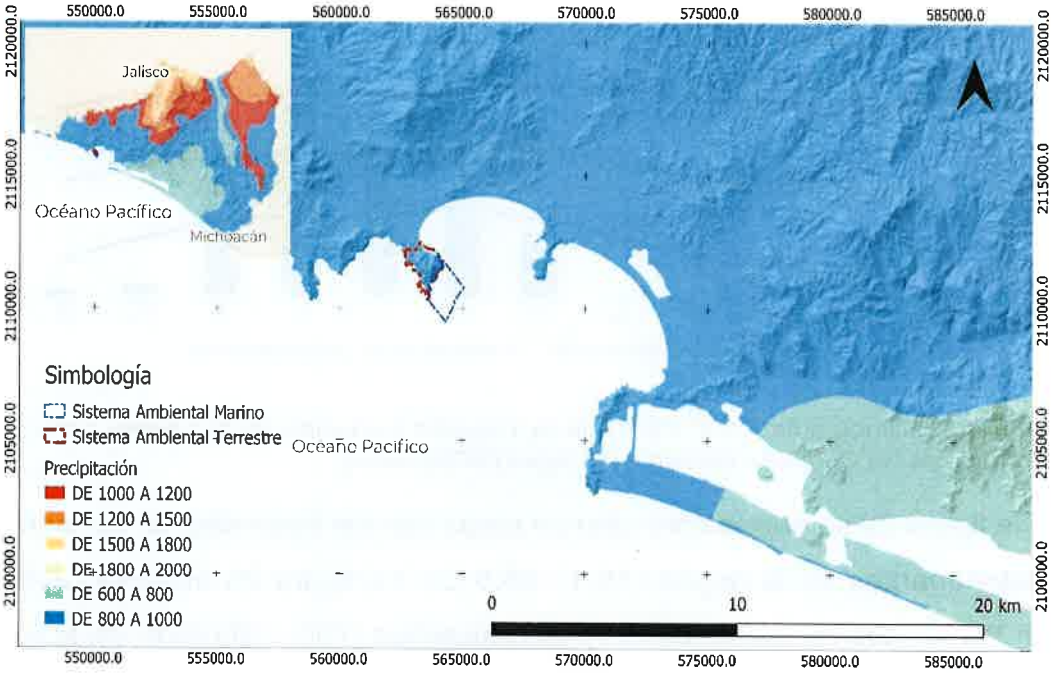


Figura 23. Rango de precipitación predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

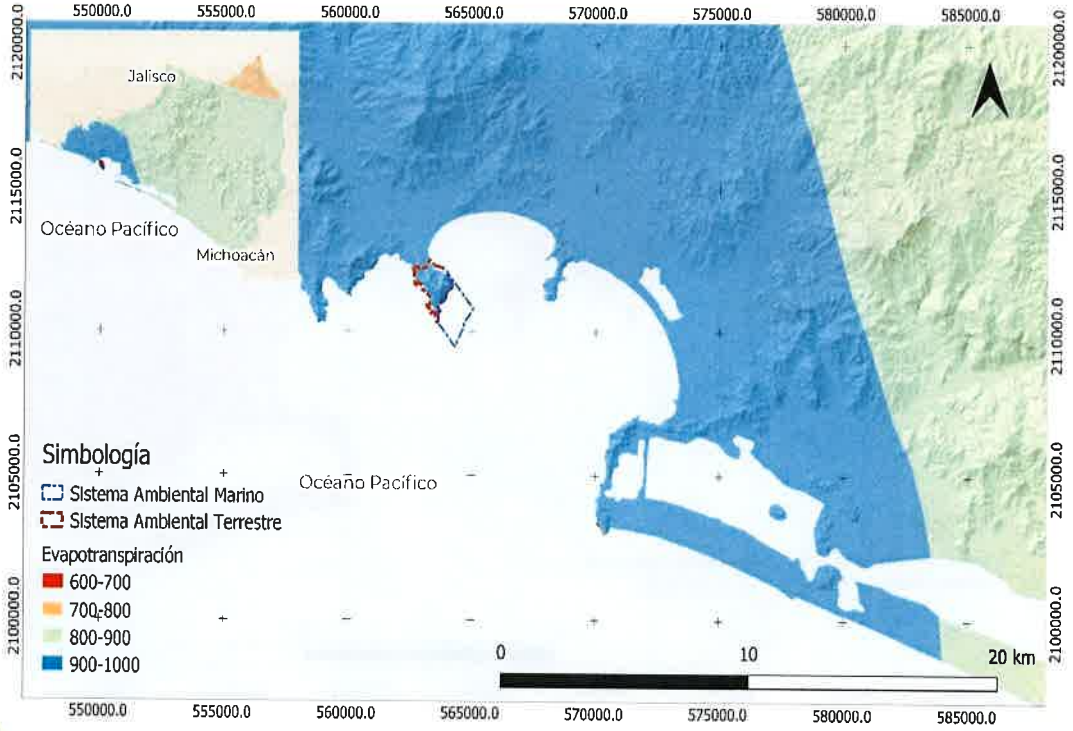


Figura 24. Evapotranspiración (mm) en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

En lo que respecta a ciclones, huracanes o tormentas tropicales, estos se presentan ocasionalmente en Colima durante los meses de julio a octubre, principalmente en el mes de septiembre. La figura 25 muestra los sitios donde se han presentado este tipo de fenómenos (CONAGUA, 2008).

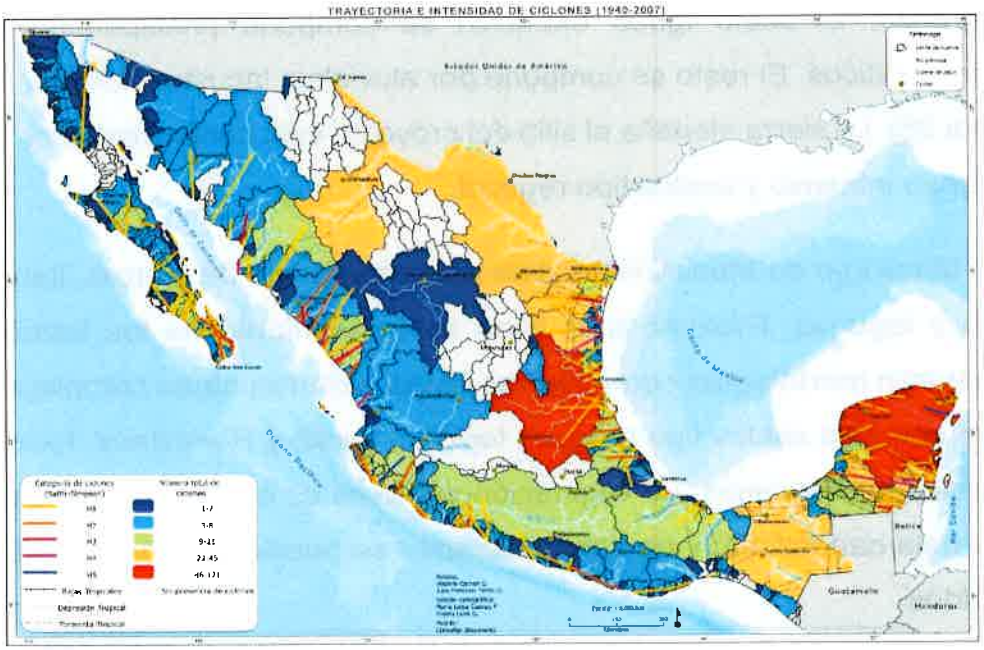


Figura 25. Huracanes que han impactado en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.2 Geomorfología.

El Estado de Colima se localiza dentro de la Provincia Geológica No. 16 denominada Complejo Orogénico de Guerrero-Colima, del periodo Mesozoico y de origen volcano-sedimentario (Ortega-Gutiérrez et al., 1992), como se observa en la Carta Geológica Mexicana, mostrada en la figura 27. Se caracteriza por presentar diversas topoformas, representadas mayormente por las que conforman el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y las llanuras aluviales, que es en este último donde se concentran los asentamientos humanos y las actividades agrícolas (POET, 2025).

Se cuenta con una extensión de 240,115.95 hectáreas de tierra del tipo sedimentaria, en el cual predomina el conglomerado con el 41% y la caliza con el 33%. De suelo ígneo intrusivo existen 137,612.79 hectáreas que representan el 24% del territorio estatal, y se compone casi en su totalidad por granito. El suelo ígneo extrusivo se compone principalmente por volcanoclásticos. El resto se compone por aluviales, lacustre, eólico y litoral (Figura 26). La sierra aledaña al sitio del proyecto está conformada por rocas tipo ígneo intrusivo y suelos tipo regosol.

En el Municipio de Manzanillo existe una alternancia de sierras, llanuras, valles y lagunas. Próximo a la zona de hundimiento de los barcos se encuentran morfologías como sierras bajas y sierras bajas complejas, en donde dominan suelos tipo regosol, feozem, litosol y Rendzinas, formando diferentes asociaciones. La vegetación presente es casi en su totalidad de selva baja caducifolia, y en zonas aisladas se puede observar pastizales inducidos.

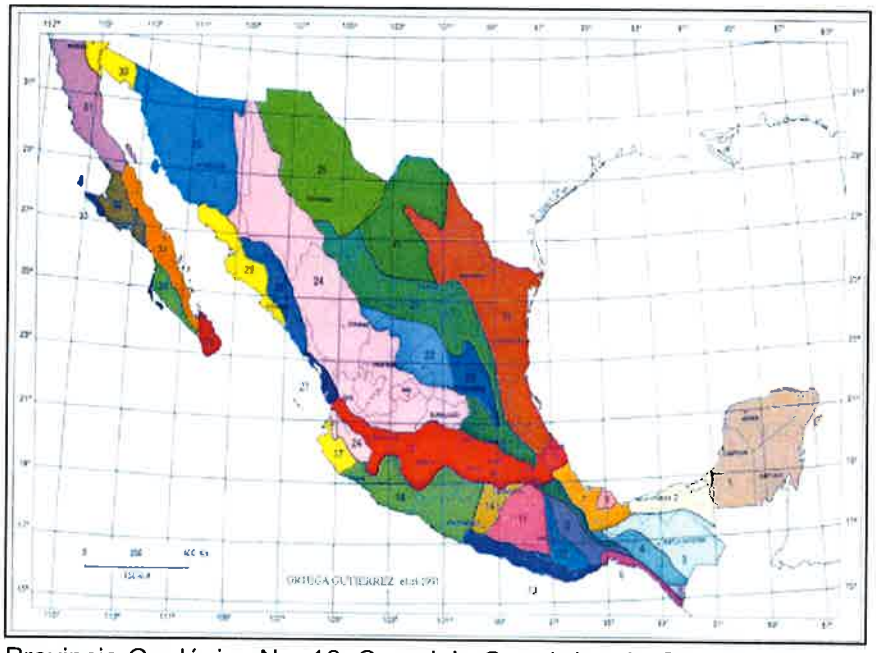


Figura 26. Provincia Geológica No. 16, Complejo Orogénico de Guerrero-Colima, de edad Mesozoica, origen vulcano sedimentario y ambiente arco submarino.

IV.3.1.1.2.1 Fisiografía.

El Estado de Colima presenta un paisaje montañoso, con algunos valles y franjas costeras, que incluye la bahía de Manzanillo, ubicándose dentro de dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico Transversal, que ocupa alrededor del 16% del territorio estatal; y la Sierra Madre del Sur, limita con el Eje Neovolcánico y con el Océano Pacifíco, cubriendo la mayor parte del estado. Esta última contiene las subprovincias de las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, así como la Cordillera costera del Sur.

Las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima comprende la zona montañosa occidental, la cuenca del Río Marabasco, el Valle de Armería y la costa, ocupando el 62.5% de la superficie estatal. Abarca los municipios de Armería, Manzanillo y Minatitlán; y parte de los municipios de Comala, Coquimatlán, Tecomán y Villa de Álvarez (Figura 27).

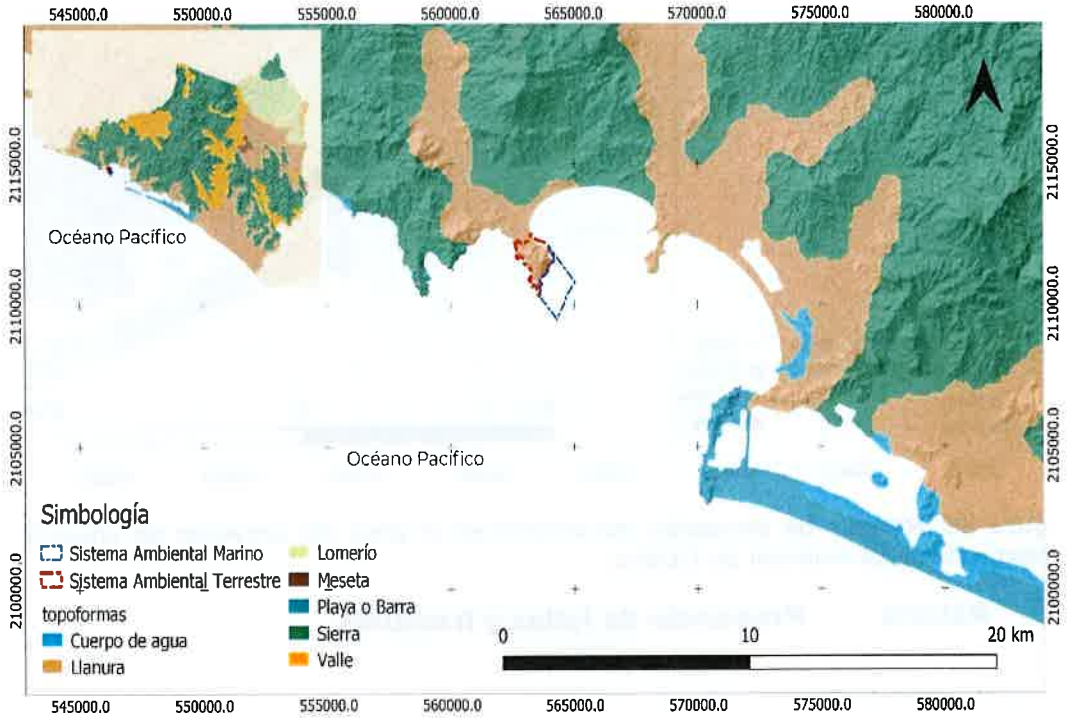


Figura 27. Fisiográfica predominante en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.2.2 Características geomorfológicas importantes.

IV.3.1.1.2.2.1 Relieve.

La mayor parte del territorio estatal tiene una pendiente moderada, las únicas zonas donde se ubican pendientes por encima de los 16.7% son las laderas de las zonas cerriles. Asimismo, en Colima se encuentran zonas de rangos con diversas pendientes. En el municipio de Manzanillo se presentan pendientes principalmente de 5% a 30%, sin embargo, en las zonas costeras se presentan pendientes de 0 a 2%. Se llega a observar elevaciones de hasta 1841 msnm, en el cerro La Ocotera, llegando a los 0 msnm en la costa, con una altitud promedio de 299 msnm (Figura 28).

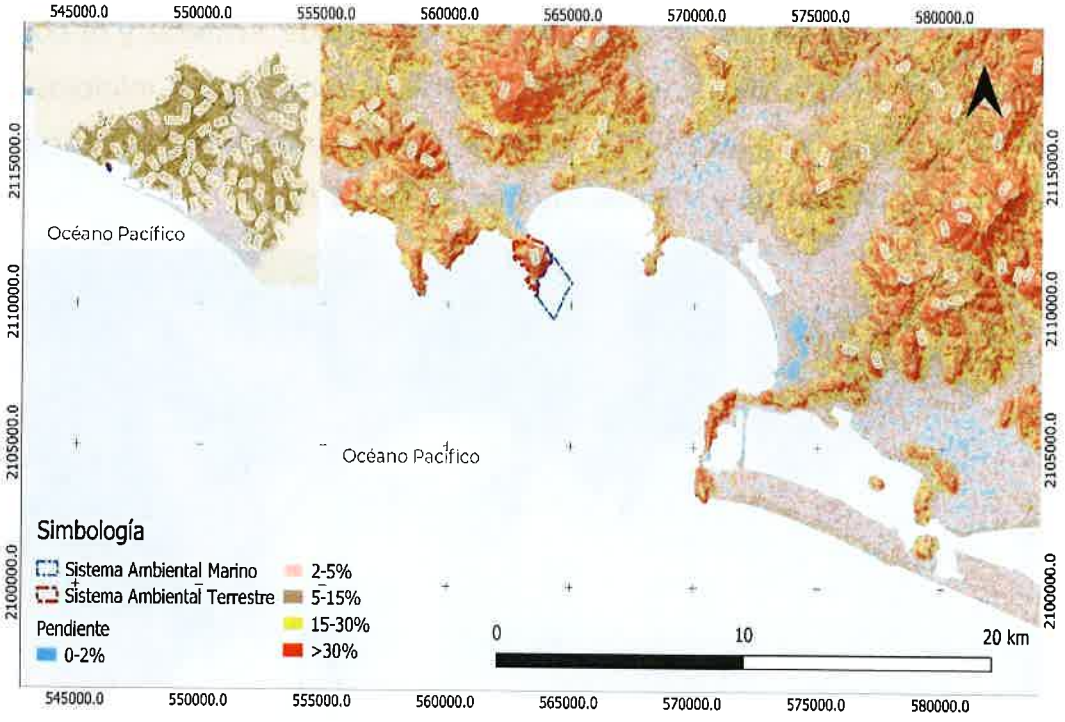


Figura 28. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.2.2.2 Presencia de fallas y fracturas.

Para el caso de Manzanillo, se encontraron fallas de tipo normal (62), de tipo lateral (5) y fracturas (130), de acuerdo al Servicio Geológico Mexicano.

Si bien hay zonas identificadas como de muy alta peligrosidad, se encuentran distribuidas hacia el este del municipio, dentro de esta zona se localizan las comunidades de Las Juntas de Arriba (Antiguas Juntas), Crucero el Vidrio (Los Márquez) y El Pará. En las zonas identificadas como de alto nivel de peligrosidad se localizan 12 comunidades, entre las que destaca la comunidad de Jalipa. En cuanto a las de nivel medio de peligrosidad, se ubican 29 localidades rurales, entre las que destacan Camotlán de Miraflores, Francisco Villa, Puertecito de Lajas, entre otras (Actualización del Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Manzanillo, Colima. 2012). La Figura 29 muestra las fallas registradas por la Carta Estatal Geológica de INEGI (2000).

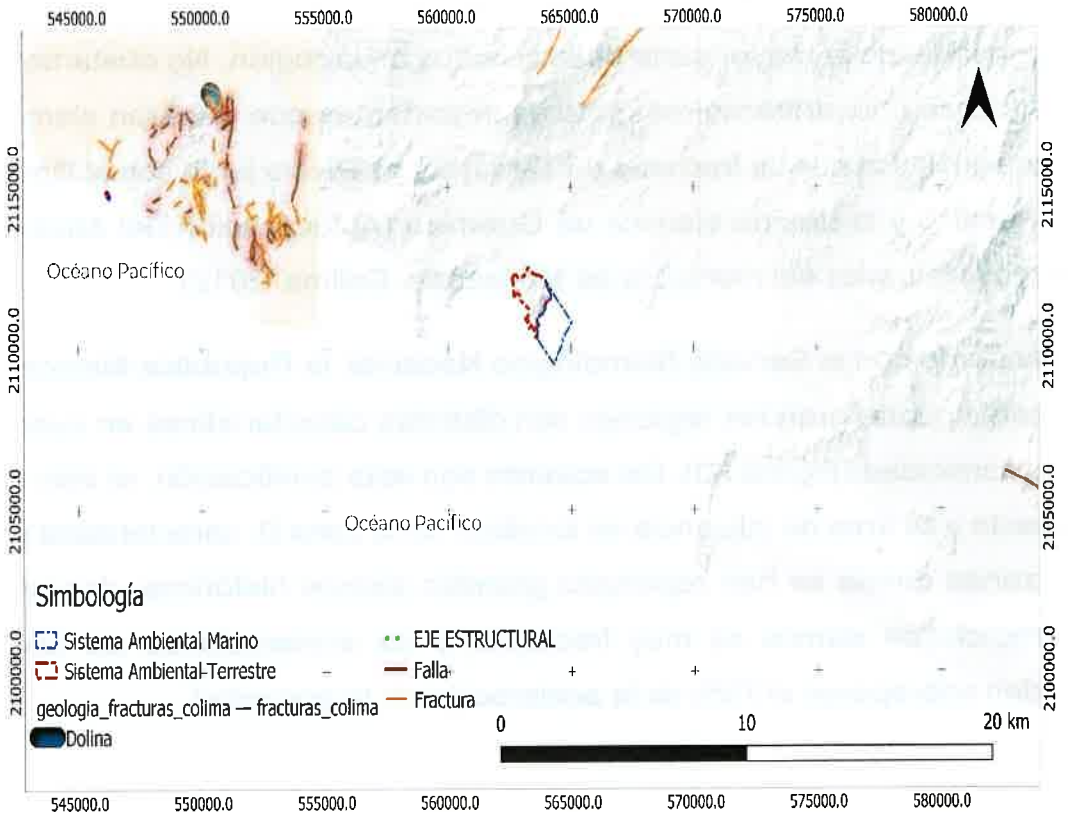


Figura 29. Fallas registradas en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.2.2.3 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

Sismicidad.

Tectónicamente el municipio de Manzanillo está determinado por el proceso de subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa de Norteamérica, generando zonas de extensión como el Graben de Colima y zonas de compresión como la región costera paralela a la Trinchera Oceánica que origina regiones de alta sismicidad (POETLTM, 2016). La fricción entre estas placas genera una gran falla geológica, que es responsable de la mayor parte de los sismos en la región. No obstante, lo anterior, se encuentran otros factores importantes que generan sismos, como son, las zonas de fracturas de Tamayo y de Rivera junto con el Dorsal del Pacifico y la brecha sísmica de Guerrero (Actualización del Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Manzanillo, Colima. 2012).

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, la República Mexicana presenta cuatro grandes regiones con distintas características en cuanto a su sismicidad (Figura 30). De acuerdo con esta zonificación, el sitio del proyecto y su área de influencia se localizan en la zona D, caracterizada por ser zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

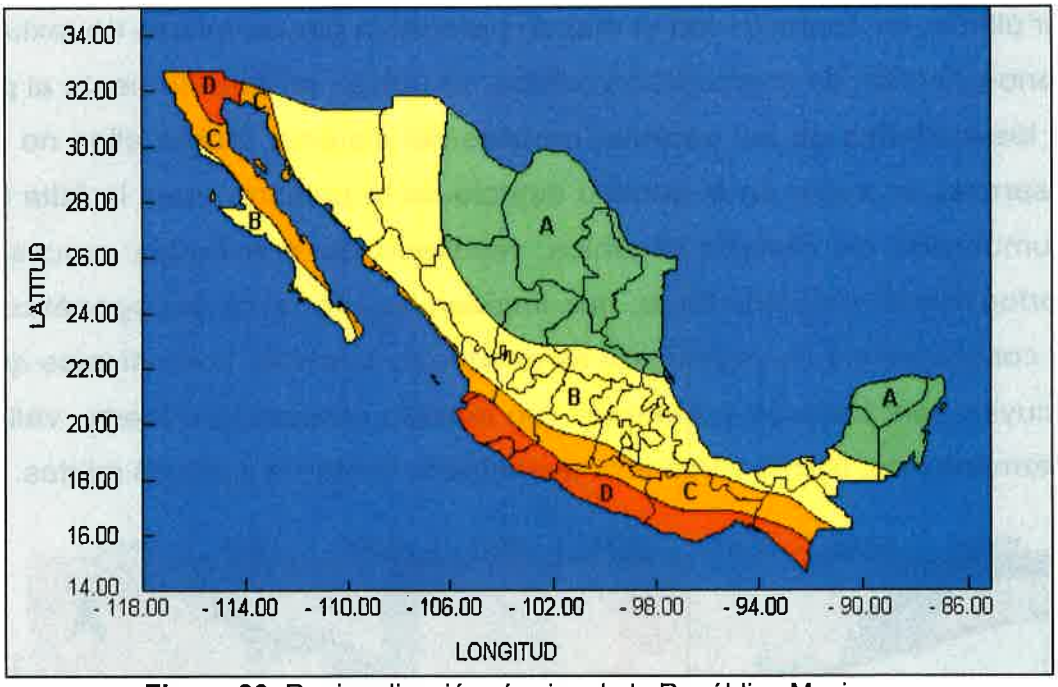


Figura 30. Regionalización sísmica de la República Mexicana.

IV.3.1.1.3 Suelos.

La Figura 33 muestra los tipos de suelo predominantes en la región terrestre de estudio, que se han formado resultado de la interacción del material parental, el clima, los recursos bióticos, la topografía y la interacción espacio temporal del territorio.

En el sitio del proyecto predomina principalmente suelos tipo Regosol, que son suelos jóvenes resultantes del depósito de rocas y arena. Son pobres en materia orgánica y se caracterizan por tener colores claros. También, alrededor de la laguna de Juluapan, se encuentran suelos tipo Solonchak, caracterizado por ser salinos, comunes en lagunas costeras y lechos de lagos. Más adentro de la corteza terrestre se observan suelos tipo fluvisol, que son suelos poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta, siendo constantes en cumbres y laderas abruptas derivadas de aluviones recientes (Figura 31).

Por último, en contacto con el mar se presentan playas mixtas de textura areno-gravosa, de composición básica, se ubican preferentemente al pie de los costados de las paredes rocosas del sistema. Sobre ellas no se desarrolla un suelo en el sentido estricto de la palabra, pues la falta de acumulación de materia orgánica, resultado de constantes procesos morfogénicos y modeladores, que impiden los procesos pedogenéticos, en consecuencia, la vegetación se encuentra ausente. Los paisajes que incluyen son: Laderas volcánicas con erosión moderada a fuerte, valles intermontanos, manto volcánico, acantilados costeros y playas mixtas.

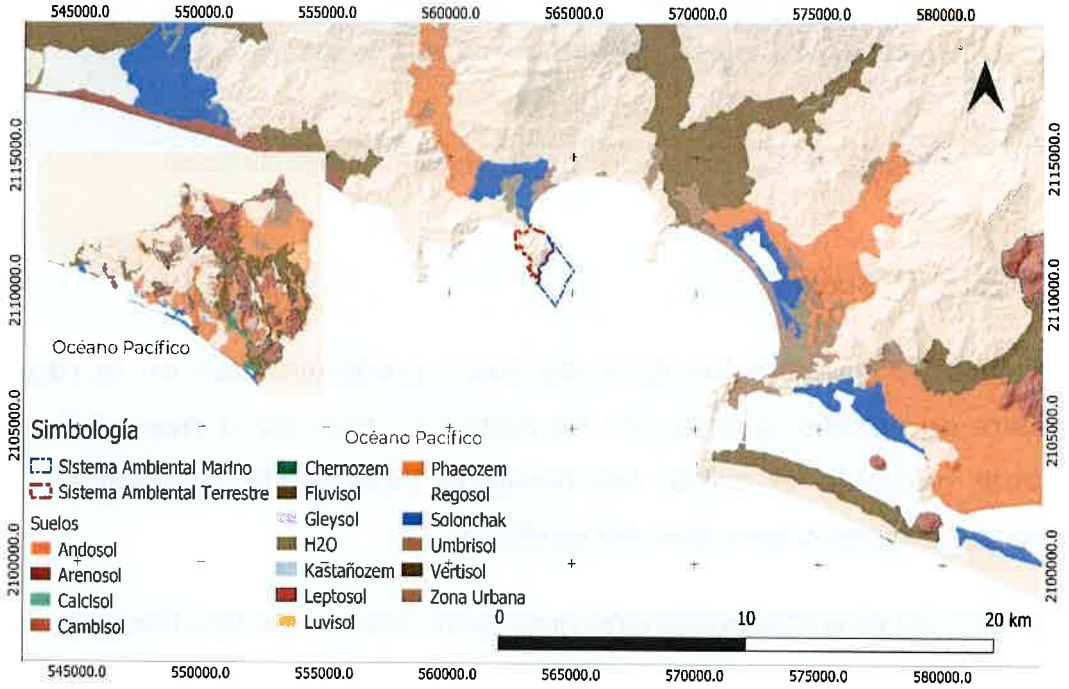


Figura 31. Mapa de suelos en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.4 Agua.

IV.3.1.1.4.1 Hidrología superficial y subterránea.

De acuerdo con los términos administrativos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la región donde se desarrollará el proyecto se encuentra

ubicada en la región hidrológica No. 15 denominada Costa de Jalisco (Figura 32), así como a la subcuenca Laguna de Cuyutlán (Figura 33).

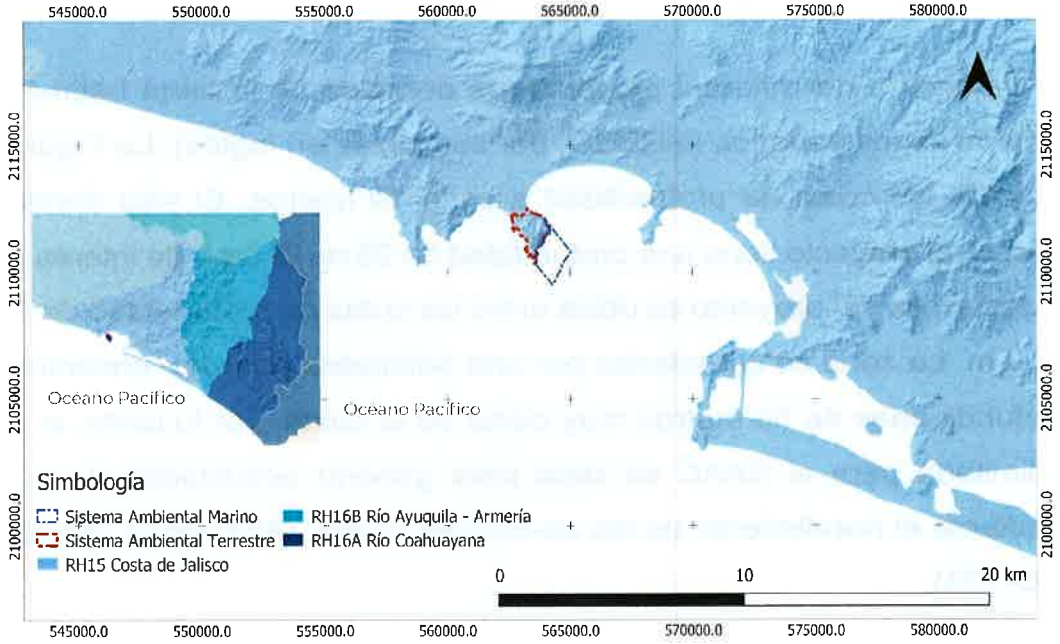


Figura 32. Región hidrológica Costa de Jalisco a la que pertenece el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

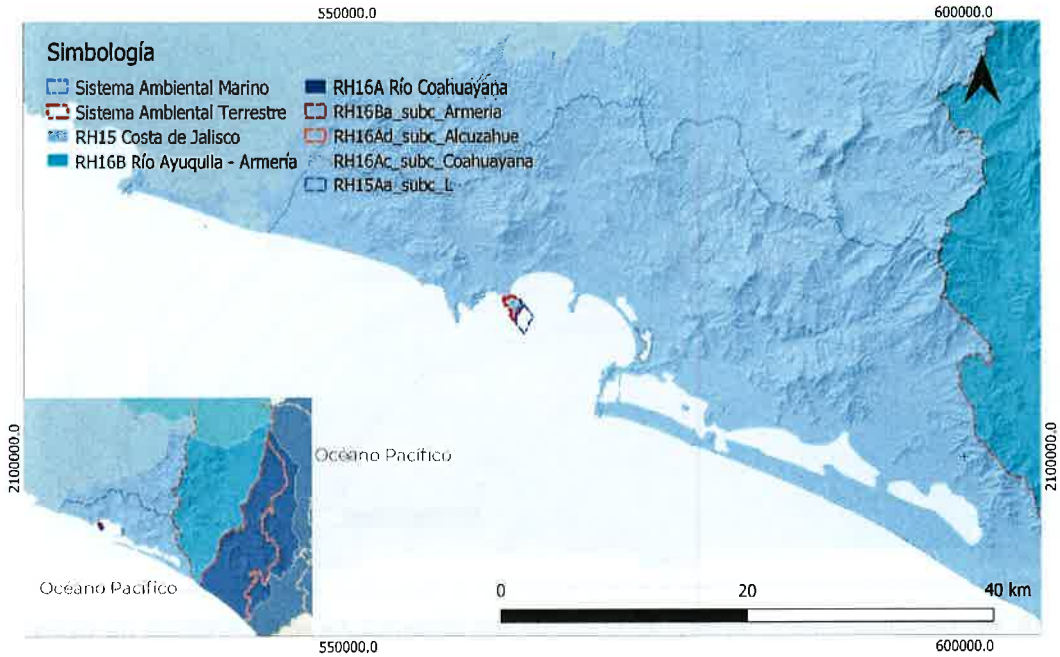


Figura 33. Subcuenca hidrológica Laguna de Cuyutlán a la que pertenece el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.3.1.1.5 Zona marina en área del proyecto.

IV.3.1.1.5.1 Batimetría en el sitio del proyecto.

La batimetría del sitio del proyecto fue derivada de la carta batimétrica general de los océanos (GEBCO, por sus siglas en inglés). La Figura 34 muestra las cotas de profundidad a cada 10 metros. El sitio donde se ubicará el proyecto tiene una profundidad de 25 m. El área de interés para el desarrollo del proyecto se ubica entre las cotas de profundidad de 10 m a 50 m. La zona se caracteriza por una batimetría abrupta, encontrando profundidades de 50 metros muy cerca de la costa, por lo tanto, el área delimitada para el SAAC es ideal para generar actividades de buceo mediante el hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123).

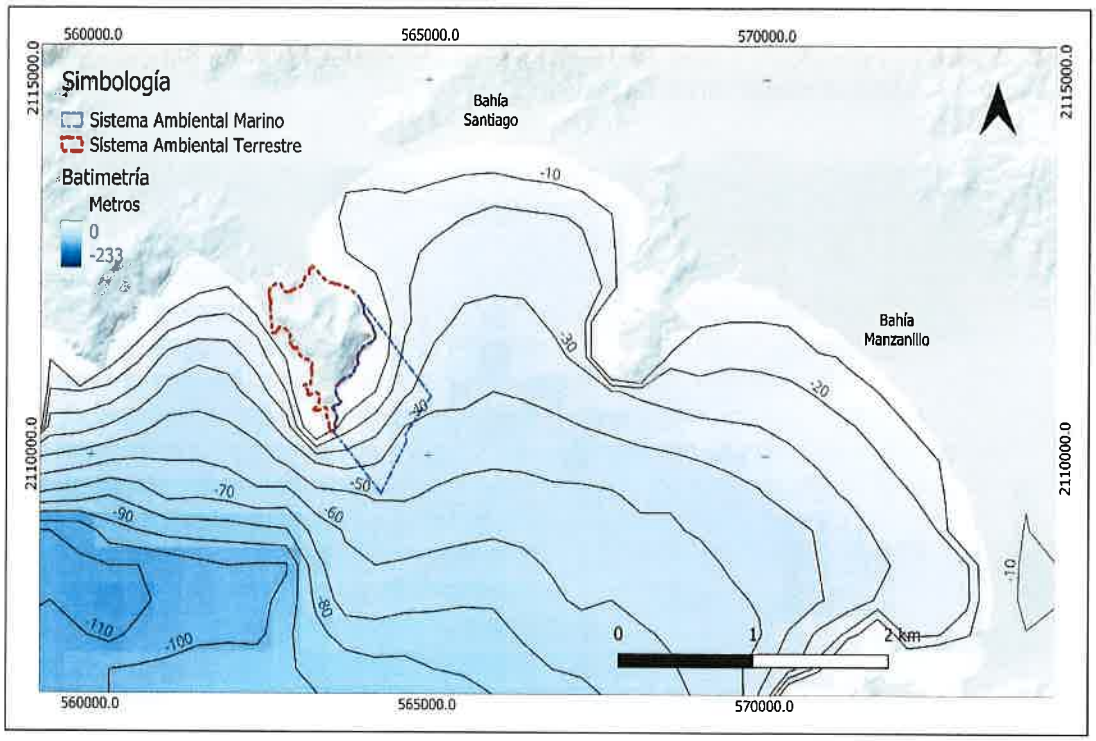


Figura 34. Batimetría del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima.

IV.3.1.1.5.2 Tipo de sustrato marino en el sitio del proyecto.

El sustrato marino en el área de interés, entre los -10 y -50 m de profundidad, corresponde a planicies arenosas de baja rugosidad, carentes de comunidades bentónicas visibles (Figura 35). Para mayor detalle consultar la caracterización visual del sustrato marino realizado durante el muestreo de la biota bentónica en el sitio del proyecto contenido en el apartado IV.3.1.2.4. También se pueden consultar los videos realizados para conocer el sustrato marino del **ANEXO 3. Estudios de línea base.**

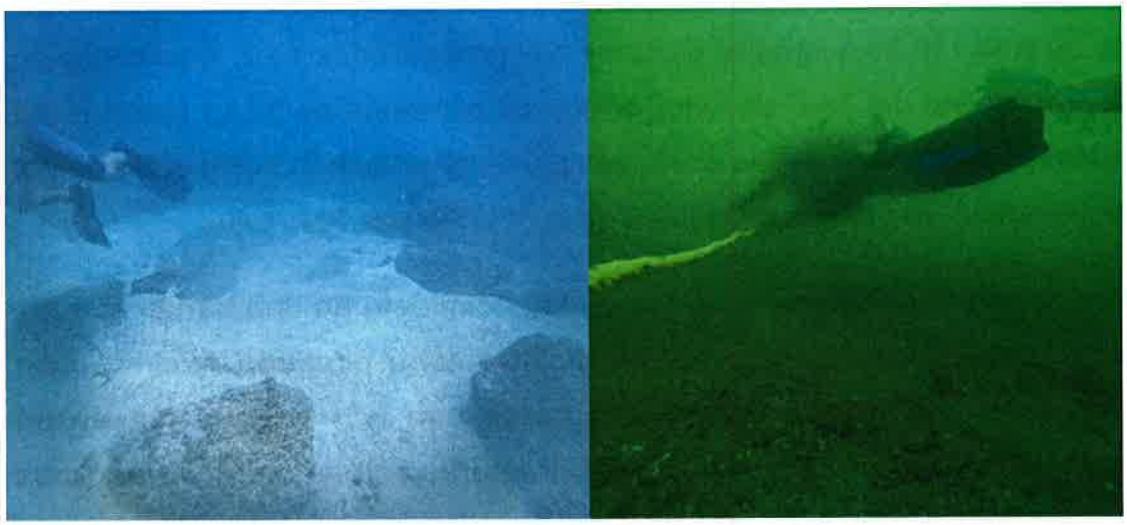


Figura 35. Vista submarina de las planicies de arena carentes de comunidades bentónicas visible en el sustrato marino en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima.

IV.3.1.1.5.3 Aspectos de oceanografía física en el área del proyecto.

IV.3.1.1.5.3.1 Modelación de corrientes en el área del proyecto.

El propósito de los estudios de oceanografía física será establecer si existirán alteraciones en la dirección y velocidad de las corrientes de marea que puedan tener efecto en la configuración actual de la línea de costa. Los estudios están basados en las mediciones in situ para determinar el

comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial en el área del proyecto, mediante las inmersiones del correntímetro ADP por intervalo de 10 minutos para cada estación a bordo de una embarcación menor, el monitoreo de campo se efectuó en condiciones de reflujo de marea en la interface de pleamar a bajamar, con la fase lunar en cuarto menguante. Los estudios completos pueden consultarse en el **ANEXO 3. Estudios de línea base.**

El comportamiento de la corriente marina superficial, registró una velocidad mínima de 18.00 cms-1 (0.35 nudos) en la estación seis, ubicada en la parte Sur del área de estudio, mientras que la velocidad máxima de 46.30 cms-1 (0.90 nudos) se presentó en las estaciones 1 y 2, localizadas en la parte Norte del área de estudio, con un promedio de 32.41 cms-1 (0.63 nudos). La dirección de las corrientes presentó un patrón hacia el Suroeste, siguiendo la morfología de la línea de costa (Figuras 36).

Por consiguiente, se concluye que el hundimiento de uno o más buques en el área de estudio no altera significativamente el patrón de circulación de corrientes, presentando únicamente una leve atenuación en su magnitud. Esto se debe a que las estructuras actúan como disipadores subacuáticos del flujo, sin inducir modificaciones relevantes en la dinámica hidrodinámica local, siempre que se mantenga una separación mínima de 50 m entre ellas.

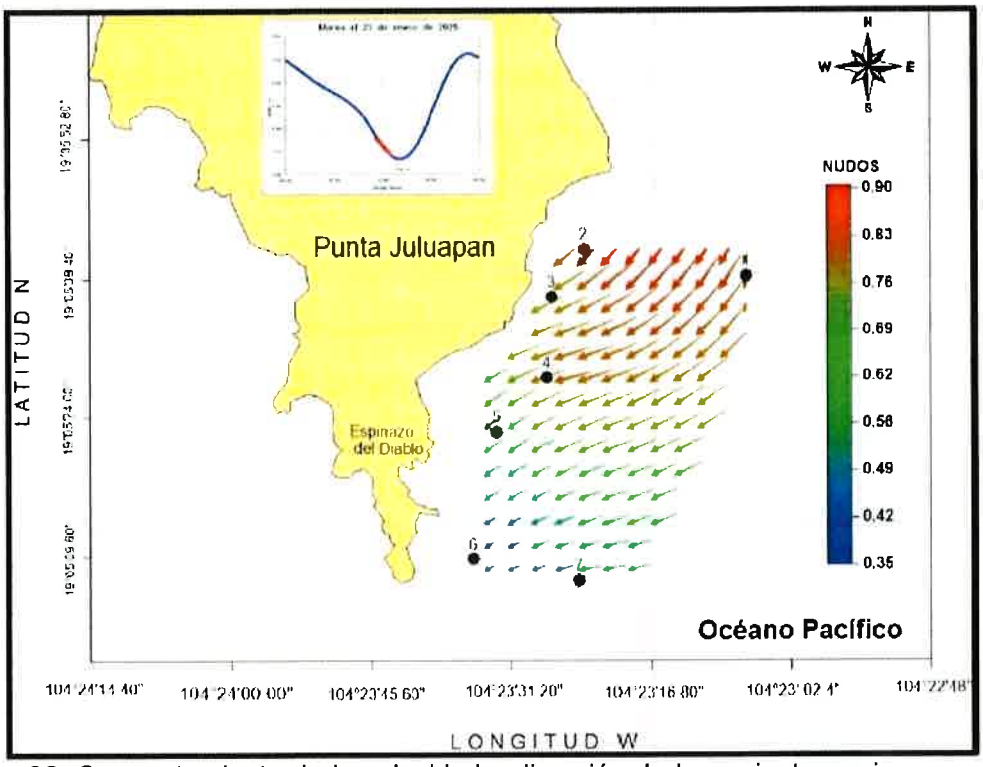


Figura 36. Comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial, en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima.

IV.3.1.1.5.3.2 Oleaje en el área del proyecto.

Para visualizar las características del oleaje y el campo vectorial de propagación desde aguas profundas para el mes de enero de 2025 cuando se efectuó el trabajo de campo en el área del proyecto, se realizó la modelación numérica empleando el modelo NWW3, el cual se basó en 4120 predicciones durante cada 3 horas desde el año 2007, considerando solo el mes de enero de cada año.

En la figura 37 se observa el resultado de la modelación en el área del proyecto indica que el oleaje distante (swell) durante el mes de enero, se presenta con mayor frecuencia desde el Suroeste y Sursuroeste, con una altura predominante promedio de ola de 0.5 a 1.3 m y un periodo de 15 s (tiempo entre cresta y cresta) (Figura 37 a). Las líneas amarillas representan

los trenes de ola que arriban y el vector verde indica la dirección a donde se dirigen las olas en el área del proyecto (Figura 37 b). Se observa que el oleaje incidente se propaga de forma paralela a la línea de costa con un ligero cambio en la dirección conforme se aleja del área del proyecto.

La incidencia del oleaje en la zona de hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), no representa una alteración al patrón de oleaje normal en la zona, ya que la disipación que estos generarían sería mínima, ante esto, se concluye que no hay una alteración al oleaje por el hundimiento.

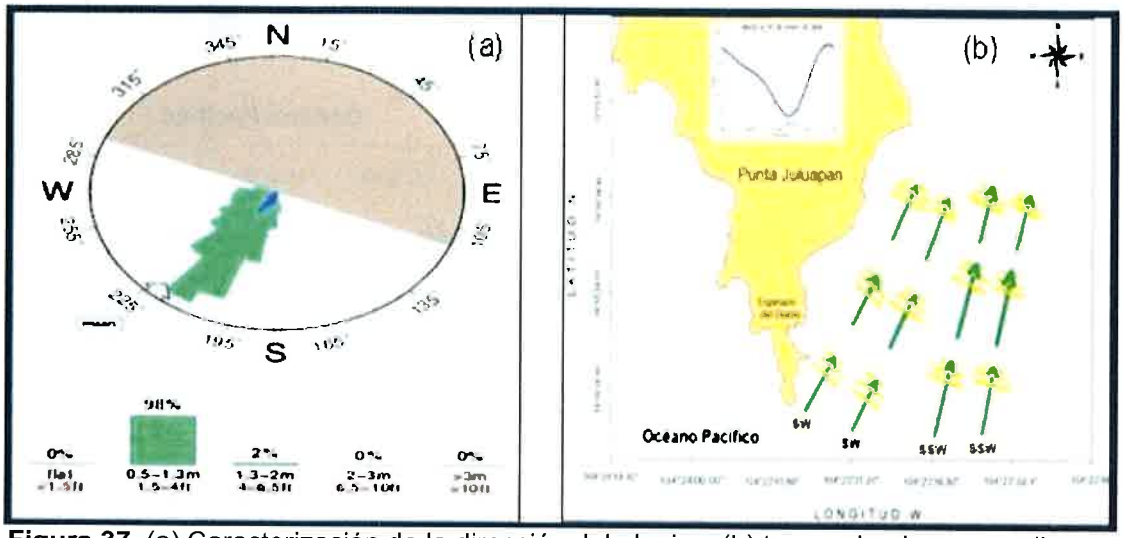


Figura 37. (a) Caracterización de la dirección del oleaje y (b) trenes de olas que arriban en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima.

Conclusiones de los aspectos oceanográficos.

La velocidad y dirección de las corrientes en el sitio de estudio, de acuerdo con los resultados del modelo numérico, están principalmente moduladas por la variación del nivel del mar inducido por la onda de marea. Las velocidades máximas estimadas no superan los 0.90 nudos, y el patrón direccional dominante se orienta hacia el suroeste, en concordancia con la configuración morfológica de la línea de costa.

El hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) dentro del polígono del SAAC no representa una alteración significativa en la dinámica de corrientes locales. Estas estructuras actuarían como disipadores sumergidos, provocando únicamente una leve atenuación en la magnitud de la corriente sin modificar su dirección predominante. Asimismo, se concluye que el hundimiento de dos o más buques con una separación mínima de 50 metros entre ellos no genera interferencias hidráulicas relevantes, ni efectos acumulativos sobre el patrón hidrodinámico regional.

En cuanto a la dinámica de oleaje, los registros indican una mayor incidencia desde los cuadrantes suroeste y sur-suroeste, con alturas de ola promedio entre 0.5 y 1.3 metros y periodos dominantes del orden de 15 segundos. Bajo este régimen, el posicionamiento estratégico de los ex-buques no alterará significativamente la propagación, dirección o frecuencia del oleaje incidente.

En conclusión, la implementación de hundimientos controlados dentro del polígono del SAAC no genera alteraciones significativas en la circulación de corrientes, variación del nivel del mar ni en la propagación del oleaje, manteniéndose la estabilidad hidrodinámica del sistema ambiental marino en su conjunto.

IV.3.1.1.5.4 Análisis de vulnerabilidad de playas respecto al cambio climático.

México enfrenta condiciones de alta vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, derivadas de su localización geográfica, la cual combina factores como su latitud, relieve y situación entre dos océanos. Esta configuración expone al país a una amplia gama de fenómenos hidrometeorológicos, como huracanes, sequías, lluvias torrenciales y

temperaturas extremas (ENCC, 2013; INECC, 2019). Entre 1999 y 2011, dichos eventos provocaron importantes pérdidas humanas y elevados costos sociales y económicos, además de poner en riesgo los ecosistemas, su biodiversidad, y los servicios ambientales que proveen, afectando directamente el bienestar y desarrollo sostenible de las comunidades costeras.

Una de las variables oceanográficas más sensibles al cambio climático es el nivel medio del mar. Según el Cuarto Informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), entre 1961 y 2003 el nivel del mar aumentó a una tasa promedio de 1.8 ± 0.5 mm/año, y se aceleró a 3.1 ± 0.7 mm/año en el periodo 1993–2003 (Rosenzweig et al., 2007). Aunque aún se debate si este incremento responde a oscilaciones naturales de escala decadal o al cambio climático antropogénico, las proyecciones del IPCC coinciden en que esta tendencia continuará, afectando considerablemente a las zonas costeras. El ascenso del nivel del mar interactúa con otros procesos costeros, como la dinámica sedimentaria, la erosión, la incidencia de eventos extremos y la subsidencia o levantamiento del terreno, modificando la morfología costera (Zavala-Hidalgo et al., 2011).

De acuerdo con datos del Servicio Mareográfico de la UNAM las tendencias más altas de incremento del nivel del mar en el Pacífico mexicano se observan en varios puertos, entre ellos Manzanillo, Colima, donde se registra una tasa de aumento de aproximadamente 3.28 mm/año. En la Figura 38 se presenta una gráfica con la evolución histórica del nivel del mar en Manzanillo, donde se aprecia una tendencia creciente sostenida desde mediados del siglo XX. Esta gráfica evidencia no solo la magnitud del incremento, sino también su aceleración en años recientes, lo cual

refuerza la necesidad de incorporar esta variable en la planificación ambiental y de infraestructura costera en la región.

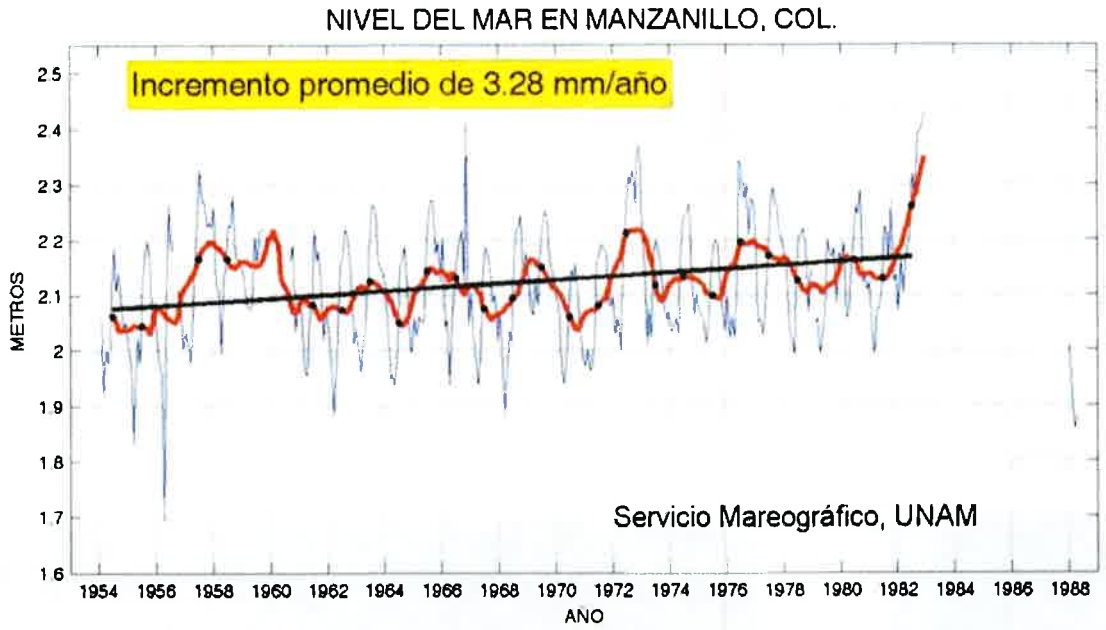


Figura 38. Tendencia del incremento nivel del mar en el Puerto de Manzanillo, Colima desde 1954 hasta 1984.

De acuerdo con el Atlas de Riesgo del Estado de Colima, elaborado por el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED), los municipios costeros del estado, incluido Manzanillo, han sido históricamente afectados por fenómenos hidrometeorológicos, principalmente lluvias extraordinarias y tormentas tropicales. Entre 1945 y 2023, se han registrado 42 ciclones tropicales que han impactado directamente al territorio colimense.

La ubicación geográfica del municipio de Manzanillo, sobre el litoral del Pacífico mexicano, lo sitúa en una zona de alta incidencia de huracanes y tormentas tropicales. Estos fenómenos naturales han producido efectos significativos en la región. Por ejemplo, el huracán Jova, de categoría 3, impactó la zona en 2011 causando severos daños en infraestructura rural y urbana, afectando a más de 27,000 personas y provocando dos muertes

en el municipio. Posteriormente, en 2015, el huracán Patricia, aunque tocó tierra en el estado vecino de Jalisco alcanzó vientos récord de 325 km/h, generando deslizamientos, cortes de energía e interrupciones en la comunicación terrestre en varias comunidades colimenses, aunque sin pérdidas humanas reportadas.

En la Figura 39 se presenta el trazado de las trayectorias de los ciclones tropicales que han tocado tierra en el estado de Colima, junto con su categoría al momento del impacto. Esta información, obtenida del portal de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), confirma la exposición histórica y reiterada del estado a este tipo de fenómenos extremos.

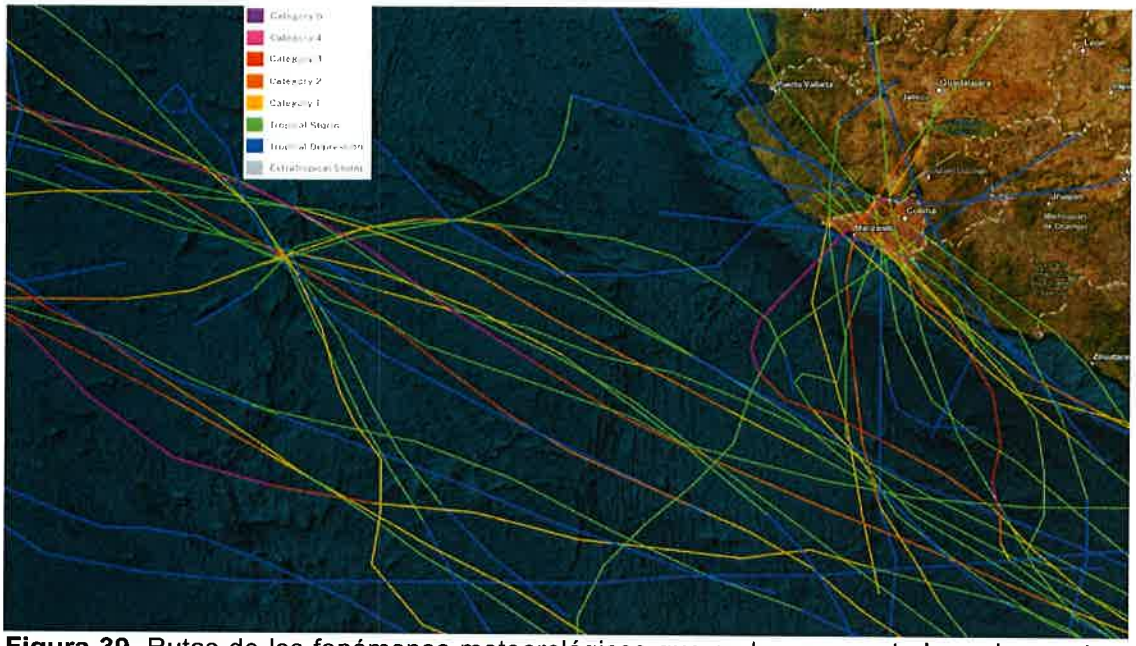


Figura 39. Rutas de los fenómenos meteorológicos que se han presentado en las costas de Manzanillo, Colima en el periodo 1945-2023.

IV.3.1.1.5.5 Aspectos fisicoquímicos del agua marina en zona del proyecto.

La Secretaría de Marina Armada de México a través del Instituto Oceanográfico del Pacífico, realizó un estudio de la calidad del agua

máximo de 6.06 mg/L (sitio 7, sur). Buen nivel de oxigenación, favorecido por la dinámica costera.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5):** Promedio de 6.39 ± 1.10 mg/L. Mayor demanda en el centro (sitio 4, 8.20 mg/L). Alta variabilidad (rango 2.78 mg/L), probablemente asociada a la presencia de materia orgánica.
- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** Promedio de 54.7 ± 27.0 mg/L. Mínimo en sitio 2 (34.0 mg/L) y máximo en sitio 4 (108.0 mg/L), coincidiendo con los valores elevados de DBO. Alta variabilidad (rango 74 mg/L).
- **Nitratos (NO_3^-):** Promedio de 1.520 ± 0.398 mg/L. Concentraciones muy elevadas (hasta 38 veces por encima del límite de referencia <0.04 mg/L), con tendencia creciente de norte a sur. Máximo en sitio 6 (2.140 mg/L).
- Nitritos (NO_2^-): Promedio de 0.004 ± 0.002 mg/L. Todos los sitios superan el límite permisible (<0.002 mg/L), especialmente sitio 6 (0.008 mg/L). Gradiente sur-norte costero.
- **Amonio (NH_4^+):** Promedio de 0.032 ± 0.015 mg/L. Todos los sitios superan el límite (<0.01 mg/L) en promedio 3.8 veces. Máximo en sitio 7 (0.050 mg/L), indicando presión orgánica.
- **Enterococos:** Media geométrica de 86 NMP/100 ml. Todos los sitios se encuentran por debajo del límite sanitario (<200 NMP/100 ml), lo que indica buena calidad sanitaria para uso recreativo y sin riesgo para la salud humana ni la vida acuática. Máximo registrado en sitio 2 (156 NMP/100 ml).
- **Ortofosfatos (PO_4^{3-}):** Promedio de 0.088 ± 0.013 mg/L, muy por encima del límite (<0.002 mg/L) en promedio 44 veces. Gradiente de concentración de norte a sur. Máximo en sitio 6 (0.105 mg/L). Indicadores de posible eutrofización.

El área presenta condiciones físico-químicas estables y bien oxigenadas, sin embargo, muestra una fuerte carga de nutrientes (nitratos, nitritos, amonio y ortofosfatos) por encima de los límites establecidos, lo que indica potencial riesgo de eutrofización y presión por contaminación orgánica, especialmente en el centro y sur del área de estudio. A pesar de ello, la calidad microbiológica es adecuada, sin riesgo aparente para bañistas o fauna acuática.

IV.3.1.2 Aspectos bióticos.

IV.3.1.2.1 Vegetación terrestre.

El tipo de vegetación predominante que se encuentra en la región de la costa del Estado de Colima corresponde a la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que representa un 21.17% de la vegetación, la cual equivale a 116,849.05 hectáreas. Seguido se encuentra la vegetación secundaria arbórea selva baja caducifolia, con un 9.63%, representando 53,167.93 hectáreas.

Las características de este tipo de vegetación son que constituye el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con promedios de temperatura anuales superiores a los 20°C y precipitaciones anuales de 700 a 1,200 mm. Esta comunidad vegetal se desarrolla preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastantes someros, arenosos o arcillosos, con buen drenaje superficial y sustratos geológicos variables.

En cambio, en las zonas aledañas al sistema ambiental terrestre del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), el tipo de vegetación predominante corresponde a pastizal, sin embargo, en las inmediaciones también hay presencia de manglares, esto debido al cuerpo de agua de la

marina en las inmediaciones del lugar de hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123). El reporte técnico se encuentra disponible en el **ANEXO 3. Estudios de línea base** para consulta. Los principales resultados se señalan a continuación.

Se consideraron siete estaciones de muestreo dentro del polígono del SAAC (Figura 40), las muestras de agua de mar se tomaron a nivel superficial con botellas Niskin de 5.0 litros de capacidad, in situ fueron tomados los datos de temperatura, potencial de hidrógeno (potenciómetro YSI Pro 10), salinidad (YSI Pro 30), oxígeno disuelto (YSI Pro 20) y transparencia (disco de Secchi); para análisis de laboratorio se colectaron muestras de 1.0 L para la demanda bioquímica de oxígeno, y en botellas separadas de 250 ml para sólidos suspendidos totales y nutrientes (nitritos, nitratos, amonio y ortofosfatos). Para el análisis de los nitratos, estos fueron de acuerdo con la NMX-AA-079-2001 y los nitritos a NOM-AA- 154-SCFI-2011; entre tanto, el amonio y los ortofosfatos, fueron determinados de acuerdo con la metodología de Parsons, et al. (1989). Los datos crudos fueron procesados, eliminándose errores analíticos (error de reactivos, error de blancos), como de fabricación (error entre celda y celda). A estos datos corregidos, se les aplicaron descriptores estadísticos básicos.

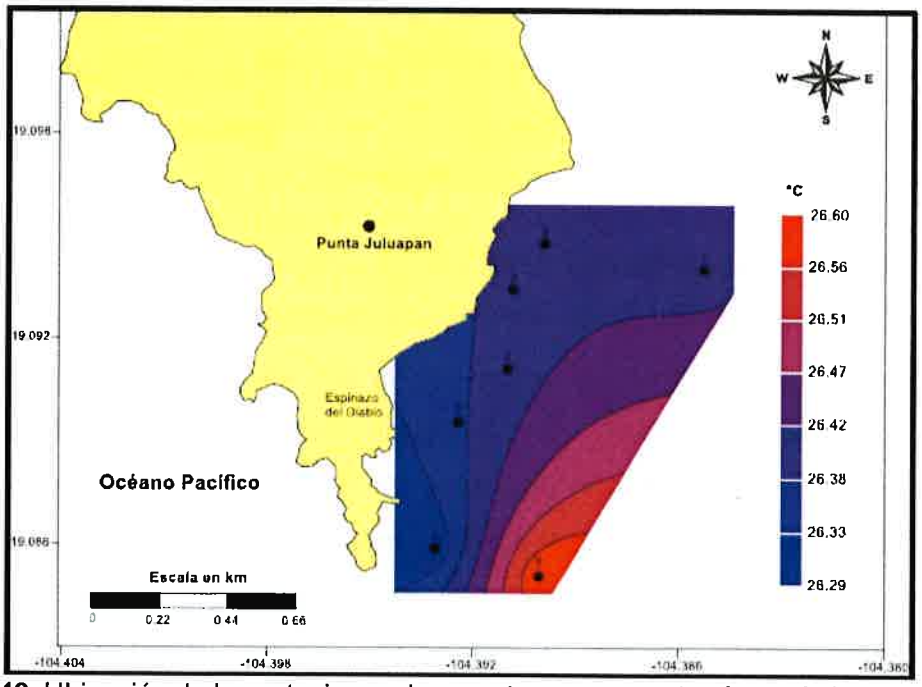


Figura 40. Ubicación de las estaciones de muestreo y comportamiento de la temperatura superficial del mar (TSM).

Los resultados más destacados son los siguientes

- **Temperatura Superficial del Mar (TSM):** Promedio de 26.4 ± 0.1 °C, con valores mínimos y máximos de 26.3 °C (sitio 6) y 26.6 °C (sitio 7), respectivamente. Variación mínima y homogénea, con ligera tendencia al alza en el sur.
- **pH:** Promedio de 8.55 ± 0.03, dentro del rango normal para aguas marinas (7.80–8.60). Gradiente creciente de sur a norte con mínima variabilidad (rango de 0.09).
- **Salinidad:** Promedio de 34.82 ± 0.04 ppm. Valor mínimo (34.80 ppm) en extremos norte y sur; máximo (34.90 ppm) en el centro (sitio 4). Rango bajo de 0.10 ppm.
- **Oxígeno Disuelto (OD):** Promedio de 5.69 ± 0.29 mg/L. Todos los sitios cumplen con el límite mínimo (>5.0 mg/L) establecido para la protección de la vida acuática. Mínimo de 5.33 mg/L (sitio 1, norte) y

Laguna de Juluapan que se encuentra a una distancia corta del SAAC (Figura 41).

El pastizal se describe como comunidades vegetales donde las especies dominantes son las gramíneas. Mientras la presencia de algunas especies está determinada claramente por el clima, otras son favorecidas, al menos en parte, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por humanos y sus animales domésticos (sobrepastoreo). En cambio, el manglar, es un tipo de selva uniforme que se presenta en las orillas bajas y fangosas de las costas, alcanzando su mejor desarrollo en las lagunas costeras, como es el caso de la Laguna de Juluapan donde se registran dos especies de mangle, mangle blanco (*Laguncularia racemosa)* y mangle rojo (*Rhizophora mangle*) ambas especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT.

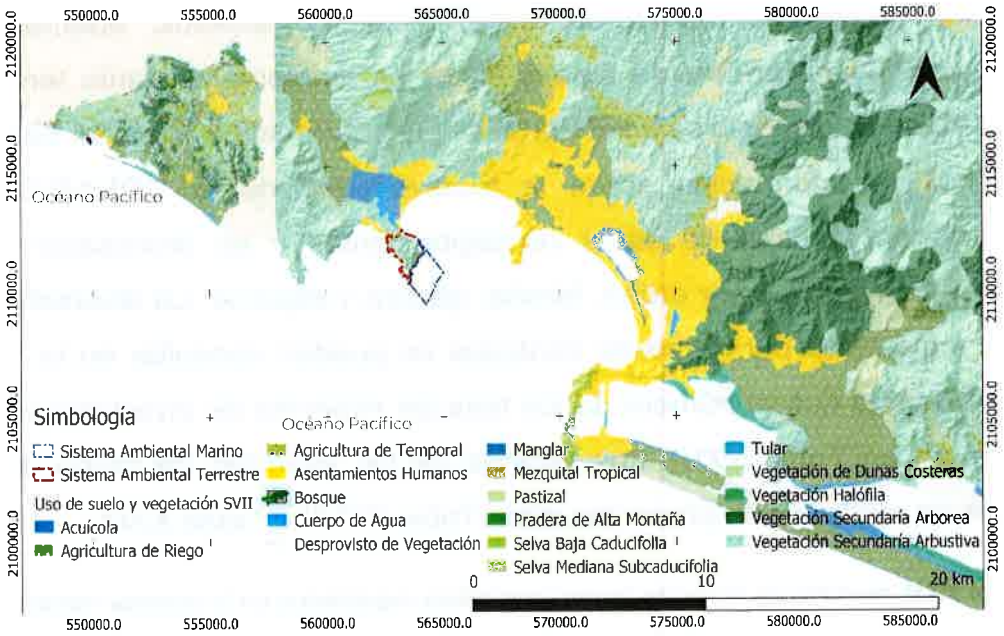


Figura 41. Vegetación característica en el área del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

Composición florística regional.

Para conocer las especies vegetales en la región del proyecto, se analizaron los registros existentes a nivel de las cuencas hidrológicas 1,187 Arroyo La Concha disponibles en el Portal de Geoinformación 2023 del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de la CONABIO. Se descargaron las bases de datos correspondientes y se f iltraron para obtener los registros por orden, familia, género y especie. La diversidad de taxas registradas se pueden consultar en la Tabla XXV, en tanto que las especies se enlistan en la Tabla XXVI.

IV.3.1.2.2 Fauna.

Las especies de fauna en la región del proyecto se obtuvieron de los registros existentes a nivel de la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha para los grupos de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, además, se incluyeron invertebrados, de ambos sistemas ambientales, tanto terrestre como marinos, disponibles en el Portal de Geoinformación 2023 del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de la CONABIO. Se descargaron la base de datos correspondientes y se procesaron para obtener los registros por orden, familia, género y especie. La diversidad de taxas registradas por grupo de cordados se pueden consultar en la Tabla XXV, en tanto que el número de los taxa de especies de invertebrados se presentan en Tabla XXVI. Los listados de las especies de fauna de los grupos de cordados se presentan de la Tabla XXVII a Tabla XXIX.

Tabla XXV. Número de taxas de fauna (cordados) registrados en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

Categoría Taxonómica	PHYLLUM CHORDATA	TOTALES
	CLASE	

	MAMÍFEROS	REPTILES	ANFIBIOS	AVES	
Orden	7	2	1	23	33
Familia	13	16	4	58	91
Género	17	33	8	178	236
Especies	19	43	8	292	362

Tabla XXVI. Número de taxas de invertebrados registrados en registradas en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

Taxa	Cantidad
PHYLLUM	7
CLASE	17
ORDEN	54
FAMILIA	206
GENERO	466
ESPECIES	565

Tabla XXVII. Listado de especies de mamíferos presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murcielago gris de saco	
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	
Cetacea	Balaenopteridae	*Megaptera novaeangliae*	Ballena jorobada	Sujeta a protección especial (Pr)
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache boreal	
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	
Carnivora	Felidae	*Felis catus*	Gato domestico	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murcielago orejon	

Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga mutica handleyi*	Murciélago lengüetón	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris megalotis*	Muercielago orejudo pequeño	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga mutica*	Murciélago lengüetón de Pallas	
Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de Collar	
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murcielago moreno norteamericano	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	
Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles angulatus*	Pecarí del Chaco	
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorro gris	

Tabla XXVIII. Número de taxas de aves presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

TAXA	CANTIDAD
PHYLLUM (Chordata)	1
CLASE (Aves)	1
ORDEN	23
FAMILIA	58
GENERO	178
ESPECIES	292

Tabla XXIX. Listado de especies de reptiles presentes en la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Squamata	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	

Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Lagartija espinosa del Pacífico	
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de líneas de Jalisco	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijea común	
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Lagartija espinosa de cabeza roja	
Squamata	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	
Squamata	Elapidae	*Micrurus laticollaris*	Coralillo del Balsas	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Iguanidae	*Iguana rhinolopha*	Iguana verde	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Colubridae	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Elapidae	*Hydrophis platurus*	Serpiente marina amarilla	
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de río	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	Amenazada (A)
Squamata	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla café	
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis communis communis*	Huico moteadeo gigante	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	
Squamata	Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perido del Pacífico	Amenazada (A)
Squamata	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	
Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	
Squamata	Boidae	*Boa sigma*	Boa de la costa oeste mexicana	

Squamata	Colubridae	*Trimorphodon biscutatus*	Culebra lira	
Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos	
Squamata	Dipsadidae	*Leptodeira maculata*	Escombrera del suroeste mexicano	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Viborita ratera	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus duodecemlineatus*	Huico de líneas de Jalisco	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	Amenazada (A)
Squamata	Dipsadidae	*Imantodes gemmistratus*	Culebra cordelilla	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Dipsadidae	*Manolepis putnami*	Culebra cabeza surcada	
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	
Squamata	Loxocemidae	*Loxocemus bicolor*	Serpiente chatilla	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus lineattissimus*	Huico de líneas de Jalisco	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Natricidae	*Thamnophis validus*	Culebra listonada	
Squamata	Dipsadidae	*Pseudoleptodeira latifasciata*	Culebra ojo de gato falsa cabeza roja	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Elapidae	*Micrurus oliveri*		
Squamata	Scincidae	*Plestiodon parvulus*	Eslizón pigmeo de occidente	
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Anguidae	*Gerrhonotus liocephalus*	Lagartija caimán sureña	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus rupinus*		
Squamata	Scincidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	
Squamata	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Cascabel del Pacífico	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Gekkonidae	*Gehyra mutilata*	Geco plano	

Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Sujeta a protección especial (Pr)
Squamata	Colubridae	*Masticophis lineatus*		

IV.3.1.2.3 Fauna marina.

La ictiofauna observada en las inmediaciones del Sistema Arrecifal Artificial de Colima es variada, incluye 57 especies, de 48 géneros distintos, destacan especies de interés comercial como: jurel toro (*Caranx caninus*), cocinero verde (*Caranx caballus)* y pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*).

La diversidad de taxas de peces registradas reportadas en el Sistema Ambiental marino corresponde a las reportadas en las inmediaciones de la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha y se puede consultar la Tabla XXX y el listado de especies en la Tabla XXXI.

Tabla XXX. Taxas de peces presentes en el Sistema Ambiental marino de la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha.

TAXA	CANTIDAD
PHYLLUM (Chordata)	1
CLASE (Actinopteri-Elasmobranchii)	2
ORDEN	16
FAMILIA	35
GENERO	48
ESPECIES	57

Tabla XXXI. Listado de especies de peces presentes aledañas a la cuenca hidrológica 1,187 Arroyo La Concha a las que corresponde el sitio del proyecto de construcción del Arrecife Artificial de Colima.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-59
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Diodon hystrix*	Pez erizo moteado	

Anguilliformes	Ophichthidae	*Myrichthys xysturus*	Tieso manchado	
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Arothron meleagris*	Pez globo	
Perciformes	Epinephelidae	*Alphestes immaculatus*	Guaseta del Pacífico	
Myliobatiformes	Urotrygonidae	*Urobatis concentricus*	Raya redonda	
Carangiformes	Carangidae	*Gnathanodon speciosus*	Jurel arenoso	
Gobiiformes	Gobiidae	*Bathygobius ramosus*	Mapo de pozo	
Anguilliformes	Muraenidae	*Echidna nebulosa*		
Acanthuriformes	Gerreidae	*Eucinostomus entomelas*	Mojarra mancha negra	
Acanthuriformes	Lutjanidae	*Lutjanus novemfasciatus*	Pargo dientón	
Gobiiformes	Gobiidae	*Coryphopterus urospilus*	Gobio semáforo	
Acanthuriformes	Lutjanidae	*Lutjanus argentiventris*	Pargo amarillo	
Acanthuriformes	Acanthuridae	*Acanthurus xanthopterus*	Cirujano de aleta amarilla	
Anguilliformes	Muraenidae	*Muraena lentiginosa*	Morena joya	
Acanthuriformes	Chaetodontidae	*Chaetodon humeralis*	Mariposa muñeca	
Tetraodontiformes	Ostraciidae	*Ostracion meleagris*	Pez cofre manchado	
Carangiformes	Carangidae	*Caranx caninus*	Jurel toro	
Blenniiformes	Pomacentridae	*Abudefduf troschelii*	Pintaño amarillo	
Anguilliformes	Muraenidae	*Echidna nocturna*	Morena pecosa	
Gobiiformes	Apogonidae	*Apogon retrosella*	Cardenal de Cortés	
Blenniiformes	Pomacentridae	*Stegastes acapulcoensis*	Jaqueta acapulqueña	
Labriformes	Labridae	*Halichoeres notospilus*	Señorita listada	
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnomuraena zebra*	Morena cebra	
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa argentivittata*	Anchoa argentivittata	

Acanthuriformes	Zanclidae	*Zanclus cornutus*	Ídolo moro	
Carangiformes	Carangidae	*Caranx caballus*	Cocinero verde	
Labriformes	Labridae	*Halichoeres dispilus*	Señorita camaleón	
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil curema*	Lisa plateada	
Acanthuriformes	Haemulidae	*Haemulon scudderii*	Ronco bacoco	
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Diodon holocanthus*	Pez globo espinoso	
Acanthuriformes	Pomacanthidae	*Pomacanthus zonipectus*	Ángel de Cortés	Sujeta a protección especial (Pr)
Acanthuriformes	Acanthuridae	*Prionurus laticlavius*	Navajón barbero	
Perciformes	Grammistidae	*Rypticus nigripinnis*	Jabonero doble punteado	
Lophiiformes	Antennariidae	*Abantennarius sanguineus*	Pez sapo	
Acanthuriformes	Lutjanidae	*Lutjanus colorado*	Pargo achotillo	
Beryciformes	Holocentridae	*Neoniphon suborbitalis*	Pez ardilla	
Blenniiformes	Pomacentridae	*Stegastes flavilatus*	Castañeta azul dorado	
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides annulatus*	Botete diana	
Beloniformes	Hemiramphidae	*Hemiramphus saltator*	Agujeta pajarito	
Carangiformes	Cyclopsettidae	*Citharichthys gilberti*	Lenguado tapadera	
Blenniiformes	Labrisomidae	*Labrisomus xanti*	Trambollo bocón	
Syngnathiformes	Fistulariidae	*Fistularia commersonii*	Corneta de arrecife	
Acanthuriformes	Gerreidae	*Diapterus brevirostris*	Palmito aleta amarilla	
Acanthuriformes	Haemulidae	*Haemulopsis axillaris*	Vieja aleta larga	
Beloniformes	Belonidae	*Tylosurus fodiator*	Agujón lisero oriental	
Carangiformes	Achiridae	*Trinectes fonsecensis*	Suela rayada	
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax castaneus*	Morena verde panámica	

Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil cephalus*	Lisa rayada	
Perciformes	Scorpaenidae	*Scorpaena mystes*	Pez escorpión moteado	
Acanthuriformes	Sparidae	*Calamus brachysomus*	Sargo marotilla	
Syngnathiformes	Mullidae	*Mulloidichthys dentatus*	Salmonete amarillo	
Acanthuriformes	Lutjanidae	*Lutjanus peru*	Pargo de seda	
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Aluterus monoceros*	Lija barbuda	
Lampriformes	Regalecidae	*Regalecus russellii*	Pez remo	
Labriformes	Labridae	*Thalassoma lucasanum*	Señorita arcoíris de Cortés	
Beloniformes	Hemiramphidae	*Hyporhamphus rosae*	Agujeta de California	
Syngnathiformes	Mullidae	*Pseudupeneus grandisquamis*	Chivo escamudo	

IV.3.1.2.4 Biota bentónica en el área del proyecto.

En la siguiente sección comprende los resultados del muestreo biológico realizado en las inmediaciones del polígono correspondiente al Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), en el área de estudio conformada por 07 estaciones de muestreo, se colectaron dos muestras de sedimento marino correspondientes a las estaciones E3 y E5 para el análisis de organismos bentónicos, se realizó el conteo de estos agrupados por caracteres homólogos. En general se registraron un total de 835 organismos asociados en solo tres de los nueve grupos taxonómicos establecidos (Bivalvia, Gastrópoda y Polychaeta). En ningún grupo se observaron organismos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo).

La mayor densidad de organismos en el área de estudio estuvo representada por poliquetos con 810 registros, mismos que fueron localizados en la estación E5, y en menor densidad por restos de algunos bivalvos con 08, cinco en la estación E3 y tres en la estación E5. Los gastrópodos registraron 17 organismos, de los cuales siete se obtuvieron en la estación E3 y diez en la estación E5.

- **Características generales del fondo marino local:**

Los resultados del análisis para la clasificación del tipo de sedimento muestran que para la estación 3, se encontró un porcentaje de 48 % de granulo, seguido de un 26% de arena fina, 9% para la arena muy gruesa, 9% de arenas medias y por último la arena gruesa con un 8 %. Con respecto a la estación 5 la composición granulométrica está clasificada por arenas, principalmente por arena fina con un 83 %, seguida de arena media con 15 % y por arena gruesa con 2 %. (Tabla XXXII).

Tabla XXXII. Porcentaje de sedimento, tamaño en Ø y clasificación del sedimento según la escala de Wenthworth.

Estación	Porcentaje					Tamaño de sedimento en Ø	Clasificación según la escala de Wentworth (1922)
	Gránulo	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina		
3	48	9	8	9	26	-1.75 ± 2.5	Arena fina con gránulo
5	0	0	2	15	83	-1.75 ± 2.5	Arena fina

Predomina un fondo arenoso fino de coloración grisácea, con partículas uniformes. La textura del sedimento sugiere un ambiente de alta deposición, probablemente influenciado por corrientes suaves y oleaje moderado. La alta turbidez limita significativamente la visibilidad (<1.5 m

aprox.), lo cual puede deberse a la resuspensión de sedimentos, actividad antrópica cercana o condiciones meteorológicas recientes (ej. lluvias o rompiente fuerte). Ausencia visible de estructuras biogénicas o macrofauna epibentónica (Figura 42).



Figura 42. Vista del sustrato marino de tipo arenoso, asociado a la zona donde se ubicará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

En esta zona, se observa una transición a fondo mixto, caracterizado por áreas de arena gruesa a granulosa intercaladas con bloques y lajas rocosas de origen volcánico. La visibilidad mejora considerablemente (>4 m), lo cual permite apreciar la heterogeneidad estructural del sitio. Posible zona de mayor hidrodinamismo, dado el tamaño y distribución de los fragmentos rocosos. Las rocas presentan cierta colonización superficial (algas incrustantes o capa de biofilm), aunque no es completamente clara por la toma (Figura 43).



Figura 43. Vista del sustrato marino mixto arenoso, asociado a la zona donde se ubicará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

- **Análisis de fitoplancton en la zona del SAAC:**

el muestreo realizado el 23 de enero del actual, se identificaron un total de 11 especies de diatomeas y 12 especies de dinoflagelados en el área de estudio. El porcentaje de abundancia relativa de fitoplancton fue de 52% de dinoflagelados y el 48 % corresponde al grupo taxonómico de diatomeas (Figura 43).

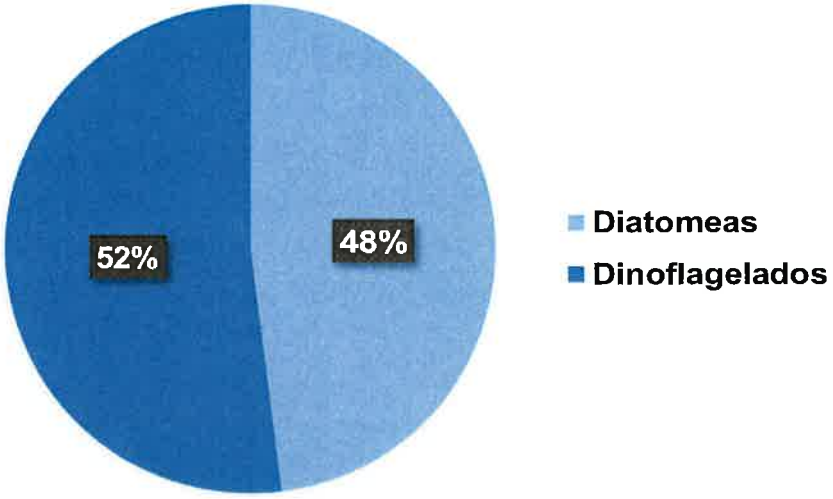


Figura 44. Porcentaje de grupos fitoplactónicos en la zona donde se ubicará el SAAC.

Las especies de dinoflagelados que presentaron mayor porcentaje de abundancia relativa en el área de estudio corresponde a las especies de Alexandrium con 20% de diversidad, *Scrippsiella trochoidea*, con 19 % y Dinophysis caudata con 13 % de diversidad (Figura 45), la primera y la tercera, han sido señaladas como una de las principales responsables de la presencia de toxinas DSP y PSP, toxinas más frecuentemente encontradas como responsables de enfermedades de parálisis y diarreicas por moluscos en las costas del Pacifico Mexicano (COFEPRIS,2015). Sin embargo, de acuerdo a la cuantificación de células presentes por litro no se detectó la presencia de un Florecimiento Algal Nocivo (FAN). Las especies más representativas del grupo de diatomeas, fueron los géneros Thalassionema spp, con 33 % de diversidad, Chaetoceros spp. con 16 % y Cylindrotheca spp., con 16 % de diversidad, las especies con el menor porcentaje de diversidad fueron Coscinudiscus, Plagiogramma, Pleurosigma y Proboscia (Figura 46).

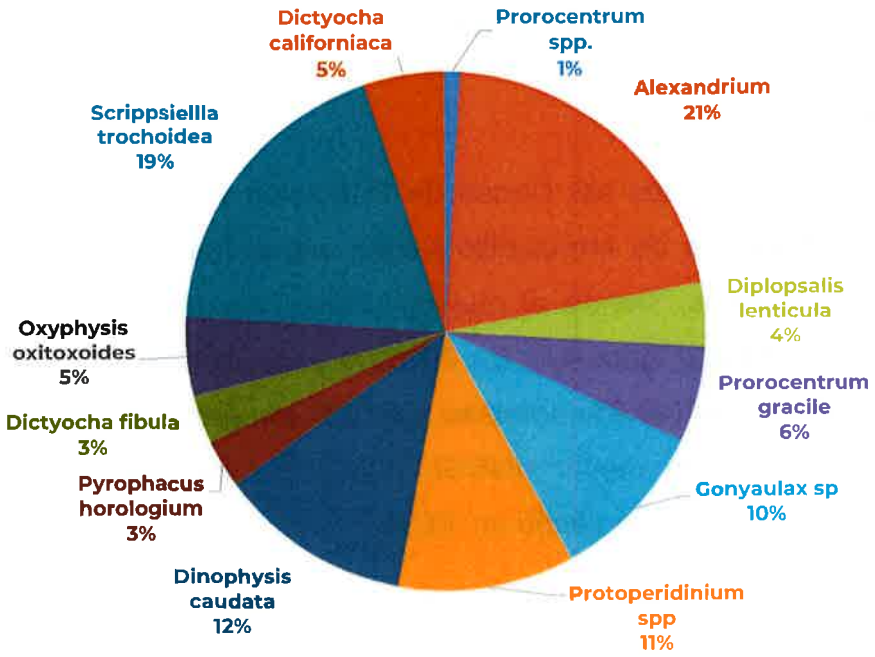


Figura 45. Especies de dinoflagelados presentes en la zona del Sistema Arrecifal Artificial de Colima durante el muestreo efectuado el 23 de enero de 2025.

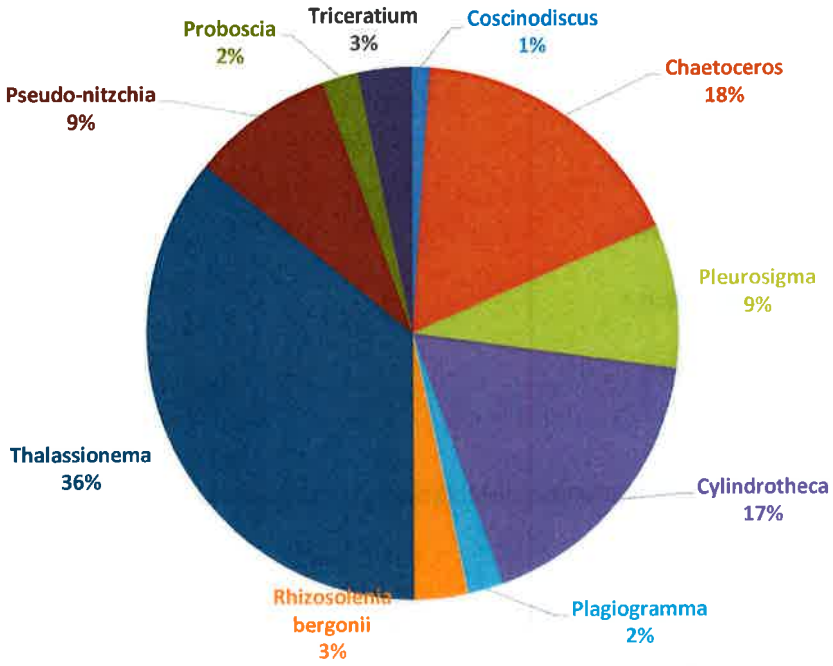


Figura 46. Especies de diatomeas presentes en la zona del Sistema Arrecifal Artificial de Colima durante el muestreo efectuado el 23 de enero de 2025.

IV.3.1.3 Medio socioeconómico.

Demografía

De acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020), el municipio de Manzanillo posee una población total conjunta de 191,031 habitantes; siendo el municipio con mayor población dentro del estado de Colima (Figura 47). En 2020, la población en Manzanillo fue de 191,031 habitantes (49.8% hombres y 50.2% mujeres). Además de tener la tasa de crecimiento mayor (INEGI, 2020). En comparación a 2010, la población en Manzanillo creció un 18.3%.

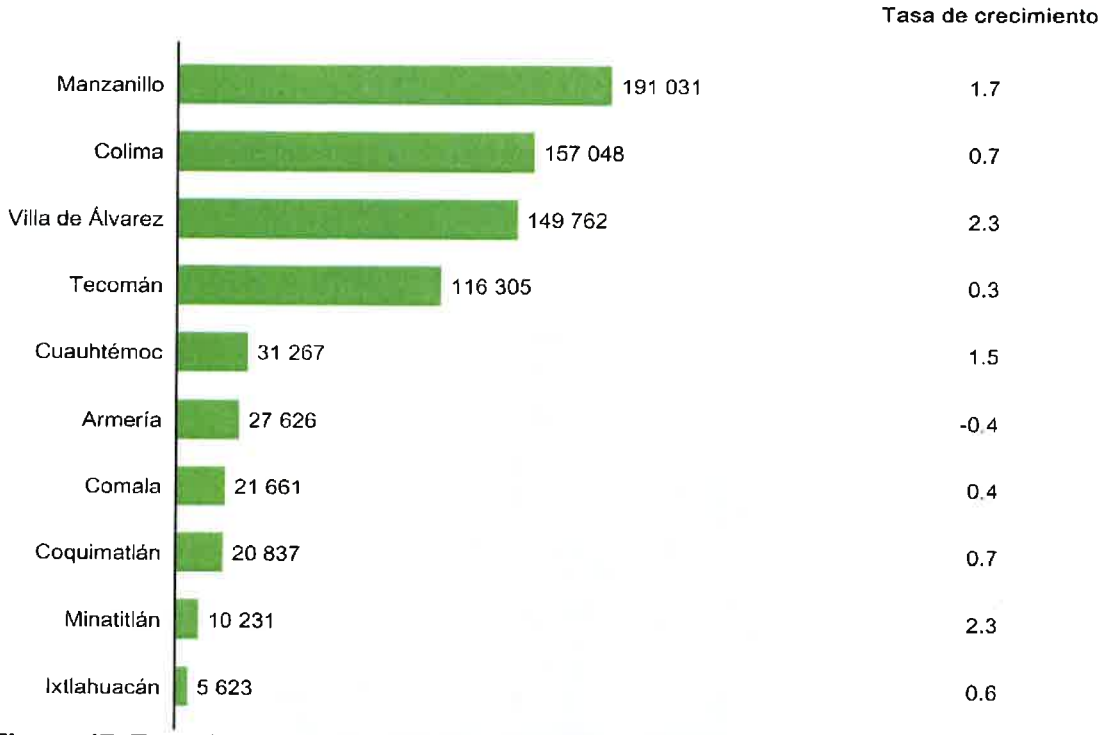


Figura 47. Tasa de crecimiento poblacional por municipio en el estado de Colima. Fuente: INEGI, 2020.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (16,050 habitantes), 30 a 34 años (15,936 habitantes) y 25 a 29 años (15,931 habitantes). Entre ellos concentraron el 25.1% de la población total.

Vivienda y servicios

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020), en el municipio de Manzanillo se registraron 59,761 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 26.3% del total estatal. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.2 personas, mientras que el promedio por cuarto es de 1.0.

En cuanto al tamaño de las viviendas particulares habitadas, el 41.1% contaba con tres cuartos y el 22.1% con dos cuartos. Respecto a los dormitorios, el 47.2% de las viviendas disponía de dos, mientras que el 32% tenía solo uno (INEGI, 2020).

En lo que respecta a los servicios básicos, el 99.2% de las viviendas dispone de agua entubada, el 99.3% cuenta con drenaje, el 99.4% con servicio sanitario y el 99.3% tiene acceso a energía eléctrica. Además, el 72.5% de los hogares posee tinaco, el 13% cuenta con cisterna o aljibe, y el 58.6% tiene conexión a internet (Figura 48).

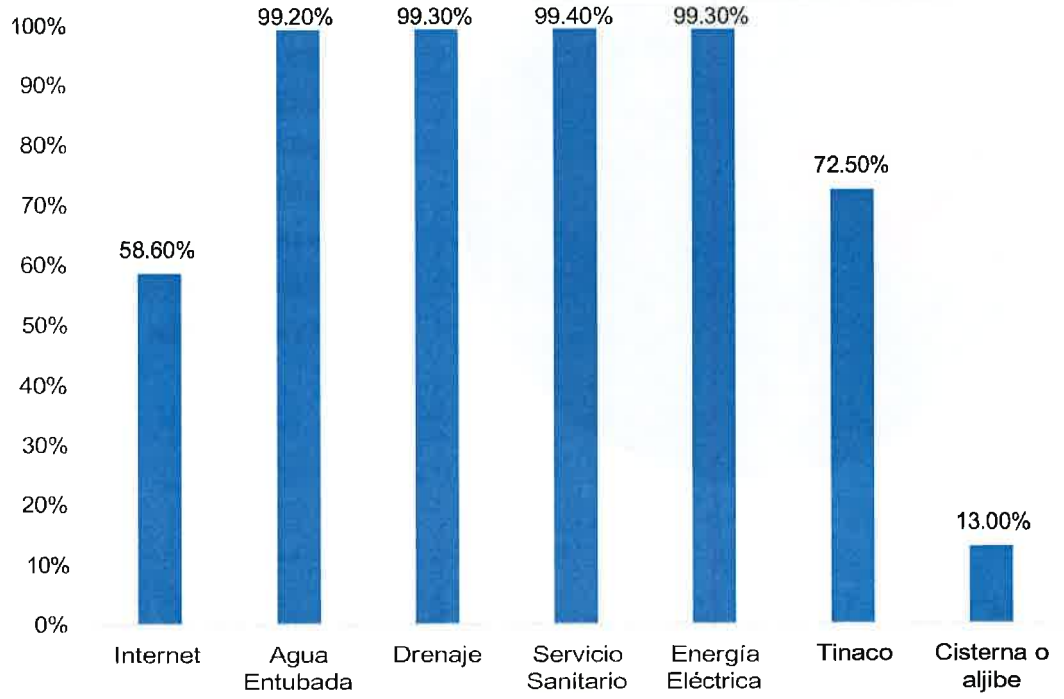


Figura 48. Disponibilidad de servicios y equipamiento del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: INEGI, 2020.

Salud

Manzanillo cuenta con un total de 91 unidades de salud, de las cuales 26 se localizan en zonas rurales y 65 en áreas urbanas. En cuanto a la cobertura, el 16.1% de la población recibe atención médica a través del extinto Seguro Popular, mientras que el 54.2% es atendida por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (INEGI, 2020).

En general, el 83.7% de la población del municipio está afiliada a algún servicio de salud, considerando también los casos de afiliación múltiple. Del total, el 69.5% se encuentra registrado en el IMSS, el 5.3% en el ISSSTE y el 1.2% en instituciones privadas (Figura 49).

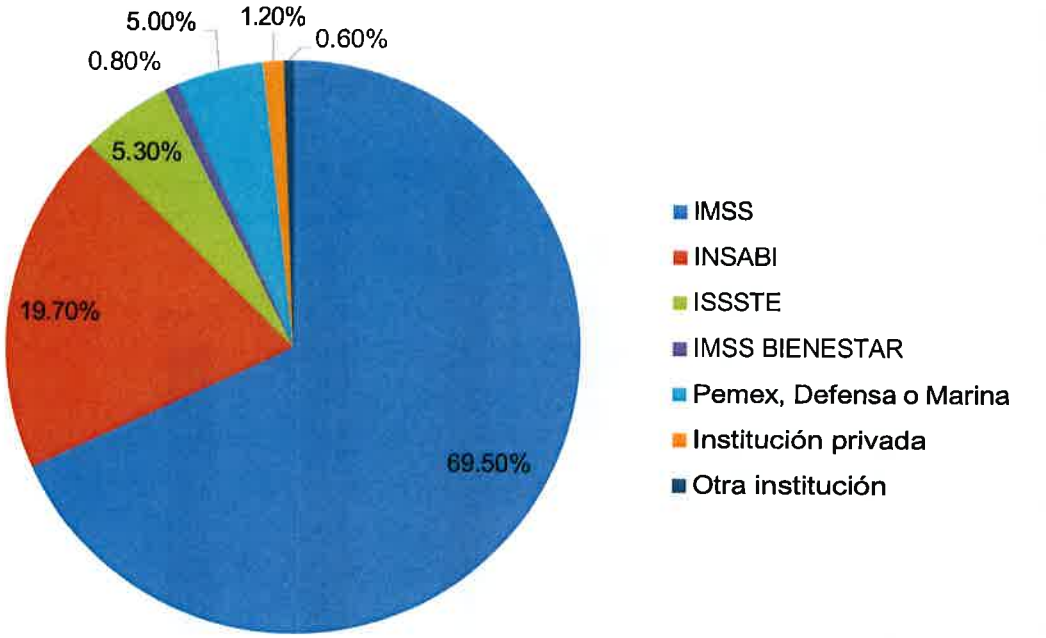


Figura 49. Afiliación de la población a servicios de salud del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: INEGI, 2020.

Educación

En 2020, el nivel de escolaridad de la población de 15 años y más de Manzanillo fueron: 30.4% de secundaria, 25.8% de preparatoria o bachillerato, 19.8% de primaria y 16.5% de licenciatura (Figura 50). Con una tasa de analfabetismo del 2.42% (45.1% corresponde a hombres y 54.9% a mujeres) (INEGI,2020).

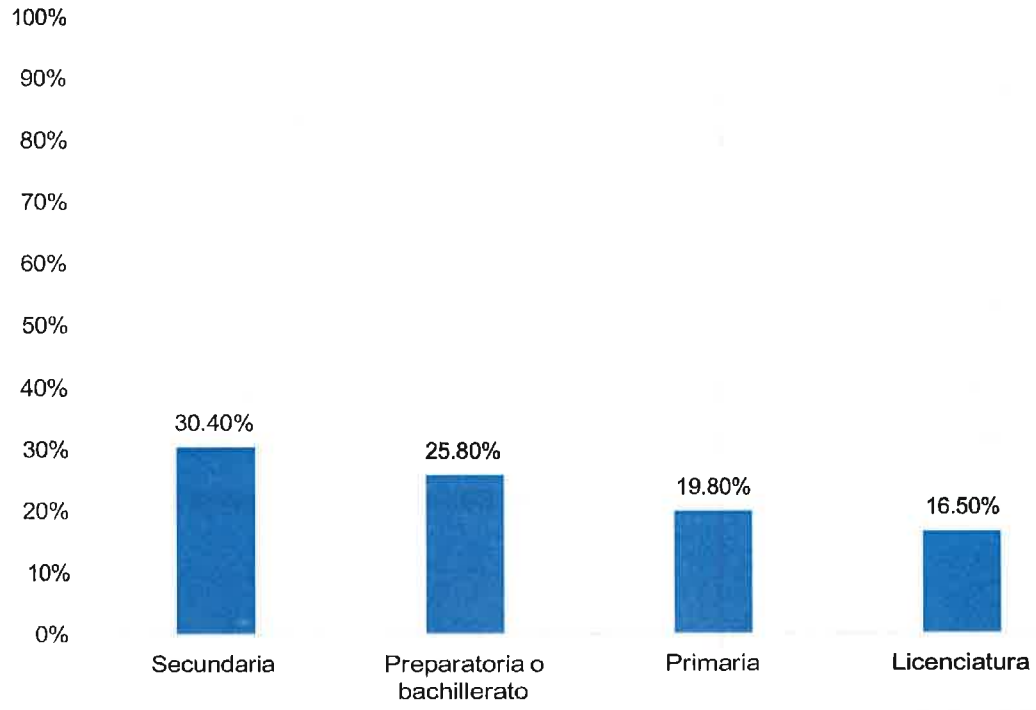


Figura 50. Nivel de escolaridad de la población residente del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente INEGI, 2020.

Marginalidad

De acuerdo con el índice de marginación del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el municipio de Manzanillo se clasifica con un grado de marginación muy bajo (Figura 51).

		Porcentaje							
Municipio	Población Total	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años o más sin educación básica	Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado	Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica	Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada	Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra	Índice de marginación	Grado de marginación
Manzanillo	191 031	2.44	25.5	0.19	0.22	0.48	1.7	59.8	Muy bajo

Figura 51. Porcentaje de población con marginalidad dentro del municipio de Manzanillo, Colima. Fuente: CONAPO, 2020.

Economía

Durante el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en el estado de Colima se ubicó en 66.9%, lo que representó un incremento de 1.51 puntos porcentuales en comparación con el trimestre anterior (Fig. 52).



Figura 52. Tasa de participación laboral del estado de Colima. Fuente INEGI, 2020.

Por su parte, la tasa de desocupación fue de 2.34%, equivalente a aproximadamente 8,990 personas, lo que refleja un aumento de 0.23 puntos porcentuales respecto al periodo previo. (Fig. 53).

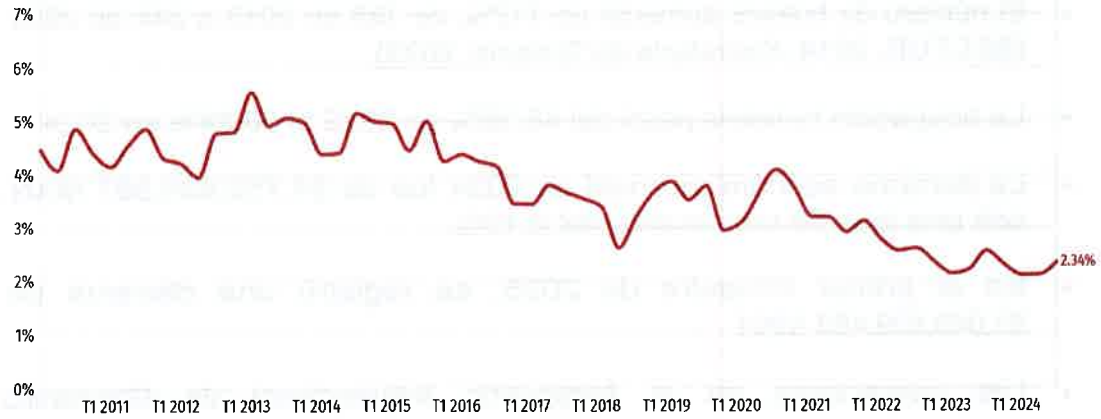


Figura 53. Tasa de desocupación laboral del estado de Colima. Fuente INEGI, 2020.

En 2024, el estado de Colima registró un total de 44,193 establecimientos económicos activos, de los cuales el 95.3% iniciaron operaciones antes del año en curso, mientras que el 4.7% corresponde a nuevas unidades económicas establecidas en 2024. Estos establecimientos en conjunto emplean a 246,171 personas, de las cuales el 47.3% son mujeres y el 52.7% hombres (INEGI,2024).

Turismo

Manzanillo se posiciona como uno de los principales destinos turísticos del estado de Colima y del occidente de México. Su atractivo radica en una combinación única de playas, naturaleza, gastronomía, cultura y servicios turísticos. Reconocido como la "Capital Mundial del Pez Vela", este puerto no solo atrae a visitantes por sus paisajes costeros, sino también por su dinamismo económico, oferta hotelera, festividades tradicionales y experiencias turísticas en zonas rurales y naturales.

El crecimiento turístico de Manzanillo se ha reflejado en diversos indicadores económicos durante la última década (SECTUR 2014; Datatur, 2024).

- El número de hoteles aumentó un 112%, de 155 en 2013 a 244 en 2023 (SECTUR, 2014; Secretaría de Turismo, 2023).
- La ocupación hotelera pasó del 48.38% en 2022 al 56.84% en 2024.
- La derrama económica anual en 2024 fue de $4,752,935,987 MXN, con una tasa de crecimiento del 8.10%.
- En el primer trimestre de 2025, se registró una derrama de $1,049,839,483 MXN.
- Las operaciones en el Aeropuerto Internacional de Manzanillo aumentaron en un 11.74%, con 66,245 llegadas nacionales en 2024 (vs. 59,283 en 2023) y 37,891 llegadas internacionales (vs. 27,772 en 2023), un crecimiento del 36.43%.
- En materia de cruceros, el número de arribos creció un 18.75%, pasando de 16 en 2023 a 19 en 2024, con un total de 46,348 pasajeros y una derrama de $55,346,536 pesos.

IV.3.1.4 Paisaje.

Visibilidad

La zona costera de Manzanillo se caracteriza por una combinación de llanuras aluviales y formaciones montañosas cercanas a la línea de costa, correspondientes a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur. Esta configuración topográfica limita parcialmente la visibilidad en el entorno terrestre, la cual oscila entre 1 y 5 km, dependiendo de la ubicación y orientación del observador (INEGI, 2021; CONABIO, 2020).

En contraste, la visibilidad del espejo de agua en el entorno marino es generalmente amplia, con un rango de hasta 6 km en condiciones meteorológicas favorables, especialmente en zonas abiertas donde la orografía no obstruye el campo visual. Esta amplitud visual es común en

las costas de la bahía de Manzanillo, donde predominan aguas abiertas y sin grandes elevaciones inmediatas (SEMARNAT, 2020).

Respecto al ambiente submarino, la visibilidad bajo el agua en la zona de Manzanillo presenta una notable variabilidad estacional, influenciada por factores como la resuspensión de sedimentos, el oleaje y la actividad portuaria. Si bien no se trata de aguas cristalinas, las condiciones son generalmente aceptables para actividades subacuáticas, con visibilidades promedio que oscilan entre 3 y 10 metros, y en ocasiones hasta 15 metros en zonas alejadas de la desembocadura de ríos y del puerto (Flores-Rivera et al., 2018; CONANP, 2022).

Estas condiciones son consideradas suficientes para actividades técnicas como monitoreo ambiental y buceo operativo a profundidades entre 15 y 25 metros, especialmente en zonas de arrecifes rocosos o artificiales presentes en el área litoral del municipio.

Calidad paisajística

El litoral de Manzanillo destaca por su topografía muy accidentada, con tramos de acantilados rocosos entre las múltiples caletas y bahías de arena de diferentes colores que configuran uno de los paisajes costeros más atractivos del Pacífico mexicano. Esta combinación genera contrastes escénicos de gran valor estético, donde se alternan zonas abruptas y acantilados con playas extensas.

La vegetación de la franja costera incluye matorral espinoso tropical y especies como el guayacán, así como cactáceas columnares, reflejo de la alta biodiversidad caracterizada en el estado de Colima. Los sistemas de dunas, por ejemplo, en Peña Blanca, son ecosistemas clave bajo vigilancia para el turismo sostenible (Quiroz-Villanueva et al., 2022).

En cuanto a la fauna marina, se han documentado avistamientos de ballenas jorobadas, delfines moteados y tortugas golfinas, alta diversidad de peces de valor comercial, así como presencia de tiburones en la zona oceánica, lo cual destaca el valor ecológico del área. Asimismo, la zona es la Capital Mundial del Pez Vela, con especies como marlín, pez dorado (mahi-mahi) y pargo, lo que fortalece su atractivo para la pesca deportiva.

Adicionalmente, la región cuenta con humedales como la Laguna de Cuyutlán, Laguna de Juluapan, Laguna de las Garzas y el Estero Palo Verde, importantes para la observación de aves y conservación ambiental. Estas áreas contribuyen al gran valor paisajístico y ecológico del litoral, entre zonas rocosas, manglares y playas.

Fragilidad del paisaje

El área ambiental terrestre adyacente al proyecto se sitúa en una zona de orografía abrupta, compuesta por colinas y pequeñas montañas que descienden hacia la costa, formando acantilados y miradores naturales. Estas condiciones topográficas provocan una notable fragilidad del paisaje costero, el cual se encuentra amenazado por desarrollos inmobiliarios que buscan ocupar las zonas con las mejores vistas panorámicas, generando un impacto visual considerable que puede degradar la calidad escénica de la región. Aunado al crecimiento industrial de la ciudad de Manzanillo debido al crecimiento del puerto.

En el área ambiental marina, se caracteriza por extensiones de planicies arenosas que se encuentran frente a la costa, las cuales se intercalan con zonas rocosas, potencialmente sensibles a cualquier alteración. La costa rocosa de Manzanillo, especialmente las zonas con formaciones como la Península de Juluapan, presenta ecosistemas frágiles frente a cambios bruscos causados por obras o vertimientos.

IV.3.2 Diagnóstico ambiental.

El sitio del proyecto mantiene una calidad ambiental adecuada, encontrándose en una zona marina frente a la costa de Manzanillo, Colima, caracterizada por un litoral de playas de arena media, pequeñas ensenadas y zonas rocosas intercaladas, que le confieren un alto valor paisajístico y potencial ecológico para el desarrollo de arrecifes artificiales. La orografía costera colimense en esta región combina laderas suaves, acantilados costeros y una dinámica litoral activa por su ubicación.

Las microcuencas hidrológicas asociadas al área del proyecto desembocan directamente en el litoral de Manzanillo, con un aporte limitado de agua dulce y escasa densidad poblacional en las zonas adyacentes a los puntos de hundimiento propuestos. No existen descargas industriales directas de gran magnitud en las cercanías del sitio del proyecto, lo que contribuye a mantener condiciones oceanográficas relativamente saludables en la zona. Las principales descargas están relacionadas con escurrimientos pluviales y aportes urbanos, aunque se distribuyen ampliamente por la bahía.

En el área de influencia del proyecto, el uso de suelo urbano está concentrado en la zona portuaria y áreas habitacionales de Manzanillo, mientras que las zonas inmediatas al polígono del SAAC poseen un menor nivel de urbanización. En los alrededores se ubican instalaciones turísticas de baja densidad y una actividad pesquera artesanal activa. El uso turístico-recreativo del área ha ido en aumento, en parte debido al atractivo escénico y potencial de actividades como pesca deportiva y turismo marino sustentable.

La calidad escénica del área es alta, al estar enmarcada por el contraste entre la costa montañosa, el océano Pacífico y elementos emblemáticos

del paisaje colimense como las formaciones rocosas de Peña Blanca y la laguna costera de Cuyutlán, cercanas al área de influencia. El desarrollo del SAAC representa una oportunidad para fortalecer una oferta turística sustentable que complemente el uso recreativo y educativo de los recursos marinos, aunque también puede generar presión a largo plazo si no se gestiona adecuadamente.

La zona del proyecto se localiza en una bahía semi-cerrada, por lo tanto, se ve expuesta a oleaje moderado a alto principalmente en la temporada de invierno y durante eventos meteorológicos como tormentas tropicales. No obstante, la configuración de la costa y batimetría generan zonas más protegidas como la playa La Boquita (cercana al polígono del SAAC), donde las condiciones son más estables y favorecen procesos ecológicos como el reclutamiento de larvas y el establecimiento de biota bentónica. La calidad del agua en estas áreas es adecuada, con buena circulación y oxigenación, lo cual favorece procesos ecológicos como la colonización bentónica.

El fondo marino en la zona del proyecto está conformado por planicies arenosas y limo-arenosas, con baja cobertura de biota bentónica antes de la intervención del SAAC. No existen arrecifes coralinos naturales cercanos a la zona, aunado a esto, la presencia de estructuras duras es limitada, lo cual representa una oportunidad ideal para la colocación de arrecifes artificiales.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Identificación y Evaluación de Impactos

En la actualidad existen un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados

para proyectos específicos impidiendo su generalización a otros. Estos métodos se basan en instrumentos agrupados en tres grandes grupos:

1. *Modelos de identificación*, en los que se incluyen: listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, entre otras.
2. *Modelos de previsión*, que utilizan modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos "in situ", con el fin de predecir las alteraciones en magnitud.
3. *Modelos de evaluación metodologías*, para calcular la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos (Sanz, 1991).

La identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al Proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima, se realizó a través de la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia et al. (1998), tomando en cuenta el conocimiento del proyecto, el análisis del ambiental donde se va a desarrollar el proyecto y la interacción entre proyecto-ambiente.

Las modificaciones del entorno ambiental podrán tener una naturaleza adversa o benéfica; lo cual repercutirá de manera temporal o permanente en los componentes ambientales y socioeconómicos de la zona de estudio.

V.1.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.

La modificación del análisis de Bojórquez-Tapia et al. (1998) se constituye el diagrama de flujo de la figura 54, el cual representa el proceso general que se realizó para el proyecto y posteriormente se describen cada uno de los pasos presentados en dicho programa.

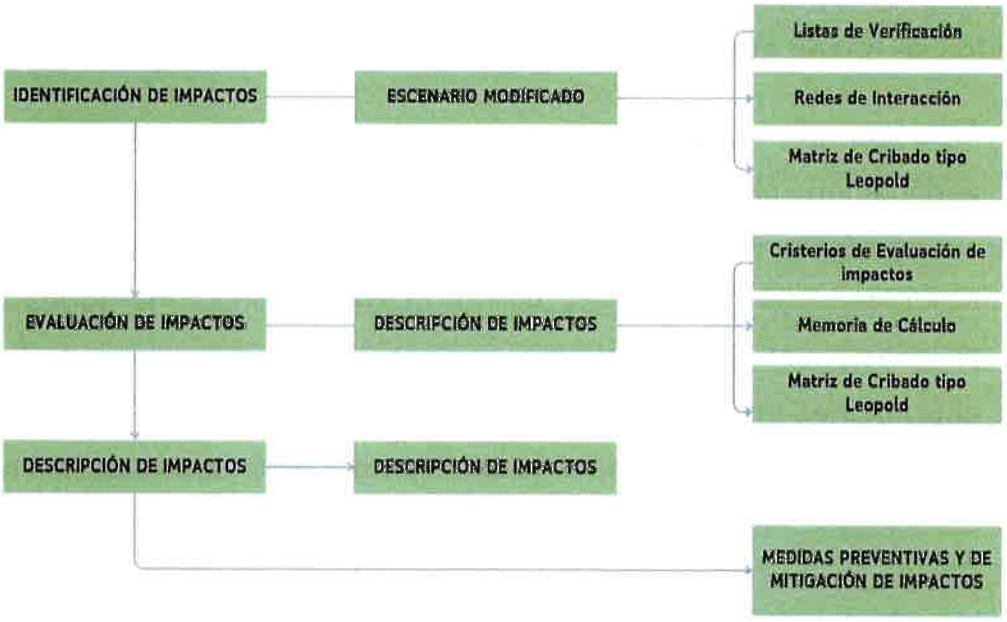


Figura 54. Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex – buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), en Manzanillo, Colima.

Identificación de impactos ambientales.

- **Escenario modificado.** Constituye los principales componentes y factores ambientales que serán alterados o modificados por las obras y actividades del proyecto en sus distintas etapas de desarrollo:
- **Lista de verificación de indicadores ambientales.** Con base en la información del Capítulo IV, se sintetizan y ordenan los factores ambientales susceptibles de ser impactados, mientras que, del Capítulo II las actividades de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, que puedan ocasionar afectaciones al entorno.
- **Redes de interacción.** Con el objetivo de visualizar los impactos sinérgicos, acumulativos, indirectos y residuales, se presenta la

relación entre las obras y actividades del proyecto en sus distintas etapas con el entorno físico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental analizado.

- **Matriz de cribado.** Para identificar las actividades del proyecto que podrían influir sobre los factores y componentes ambientales, se elaboró una matriz simple de identificación de impactos. Aquí se ordenaron en las columnas las actividades del proyecto y sobre las filas los componentes ambientales que puedan ser afectados de acuerdo con las listas de verificación. El resultado de la matriz fue la identificación de los impactos, adversos y/o benéficos causados por la acción de alguna actividad del proyecto sobre uno o varios componentes ambientales.

Descripción de los impactos ambientales.

Las listas de chequeo, control o verificación son relaciones categorizadas o jerárquicas de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad específica. Existen listas de chequeo elaboradas según el tipo de proyecto, haciendo identificación expresa de los elementos del medio que en forma particular resultan impactados por las actividades desarrolladas en el marco de este. Además de permitir la identificación, bien podría, incorporar escalas de valoración y ponderación de los factores, ante lo cual Magrini (1990) señala que a pesar de que constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales.

1. **Fichas de descripción de los impactos identificados.** Se presenta una descripción de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del proyecto, en donde se mencionan los factores y componentes ambientales impactados por alguna

actividad en particular. Cabe señalar, que la descripción se realizó para todos los impactos identificados. Asimismo, se incluyeron los criterios y categorías obtenidas para la determinación de la importancia y significancia del impacto.

Caracterización de los impactos

La caracterización de los impactos ambientales del presente proyecto, parte del escenario modificado que se tendrá por la ejecución de las obras y actividades del proyecto y su relación con los medios y sus componentes del sistema ambiental delimitado, así como con las problemáticas ambientales determinadas en la línea de base descrita en el Capítulo IV.

Tabla XXXIII. Identificación de los impactos provocados por las actividades del proyecto.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO
Natural (físico y biótico)	Aire	- La alteración a la calidad del aire y la emisión de ruido será un tema muy puntual y de corta duración durante la ejecución del proyecto. - La etapa de preliminar de limpieza y preparación del casco del ex -buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123) para estar en condiciones de ser hundido es el periodo más extenso donde se generarán ruido y emisiones a la atmósfera fuera del sitio del proyecto (se realizará actividad en el Centro de Reparaciones Navales Número Catorce (CENREPMANZ 14) Manzanillo, Col.). -Las actividades inician con la preparación del sitio y la construcción del arrecife artificial mediante le hundimientos de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) y tienen una duración de horas y con una intensidad moderada. - La etapa operativa considera la actividad turística asociada, la cual demandará el uso de lanchas y yates de paseo que tendrán como destino el punto del arrecife artificial. El tipo de emisiones generadas son de escasa magnitud y corta duración, pero se extenderán durante toda la vida útil del proyecto.
	Agua	- Las actividades de construcción del proyecto (hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) o de otras estructuras como las del Museo Subacuático no deben significar una pérdida de la calidad de agua de mar.

		- Los procesos de limpieza y descontaminación a que será sometido el ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) considera el retiro de combustibles y otros líquidos que puedan encontrarse en el casco, así como de residuos peligrosos y equipos que puedan afectar al ambiente marino. - De cualquier manera, se considera una potencial eventualidad de algún tanque o línea oculta de combustibles que no fuera retirada; en cuyo caso podría significar un tema de contaminación marina. - Por otra parte, las actividades de recorridos náuticos turísticos implicados en la operación del proyecto, si pueden mermar la calidad del agua de mar debido al desalojo de aguas sanitarias domésticas residuales procedentes de las pequeñas embarcaciones turísticas.
	Sustrato marino	- Respecto a las características físicas del sustrato, por efectos del proyecto, la superficie donde se ubicará el artefacto arrecifal se modificará, pasando de la actual superficie arenosa e inestable a una superficie artificial constituida por otro tipo de material (fierro, cemento, etc.) con una firmeza que ofrecerá un sustrato para la colonización de especies bentónicas sésiles. - En cuanto a la calidad del sustrato marino, no se espera que existan materiales que puedan contaminar el medio marino circundante, toda vez que los materiales o residuos peligrosos serán removidos en la etapa de preparación y limpieza del casco de los ex -buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123). - Durante las actividades de los recorridos o paseos náuticos turísticos implicados en la operación del proyecto o del buceo existe el potencial para que residuos sólidos urbanos o peligrosos puedan transferirse al sustrato marino de manera accidental o intencional y estos puedan acumularse en el transcurso de los años.
	Ambiente costero	- El impacto en la morfología e hidrodinámica costera es escaso. Además de la batimetría puntual del sitio del proyecto, no existe una modificación en la intensidad y dirección del oleaje que pueda generar patrones de erosión costera o acreción en otros sitios. Además, la costa cercana está compuesta por acantilados rocosos que difícilmente se pueden erosionar con un cambio apenas perceptible en la dirección o intensidad del oleaje.
	Flora	- El fitoplancton y las macro algas marinas serán impactadas de manera benéfica con la ejecución del proyecto. - El arrecife artificial ofrecerá la disponibilidad de un sustrato firme distinto a la arena circundante en el sitio del proyecto, resultando el primero colonizado por micro y macro algas en su superficie.

		- La profundidad elegida para instalar los pecios es entre las cotas -15 m a -20 m esto permitirá una buena penetración de la luz solar. - los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) será hundido a una profundidad de entre 15 y 20 m, por lo que se espera una buena respuesta de colonización de macroalgas y otra biota marina. - La costa oriental del Pacífico Central Mexicano a la que pertenece el sitio del proyecto recibe "surgencias" provocadas por los vientos constantes en los meses de primavera, estas masas de aguas profunda que emergen en la costa son ricas en nutrientes que elevan la productividad costera; por lo que el sitio del proyecto se verá beneficiado por este fenómeno natural. - Por su parte, una vez que el ecosistema del arrecife artificial haya madurado, las especies fitoplanctónica también se verán beneficiadas por la adición de compuestos nitrogenados y materia orgánica que aportarán las excretas de las especies bentónicas y pelágicas que se desarrollarán en el sitio; creándose interacciones entre productores primarios, secundarios, especies filtroalimentadoras y carnívoros.
	Fauna	- De igual manera que la colonización por macroalgas, la presencia de un sustrato firme generará la fijación y colonización de especies bentónicas a la superficie de los pecios. - Este tipo de organismos atraerá especies depredadoras pelágicas, desarrollándose la cadena alimenticia. - Como se explicó anteriormente, las excretas de las especies y la riqueza natural de la zona generará productividad primaria y por ende proliferará el zooplancton y otros consumidores primarios como especies filtradoras, así como las especies carnívoras pelágicas. - El capital natural se beneficiará enormemente con el proyecto.
	Estético y de interés para la biodiversidad	- Desde el punto de vista del paisaje, este se verá transformado en el ambiente submarino. - El ex -buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) tendrán una historia en la investigación oceanográfica en el Pacífico mexicano que sin duda será de interés para los visitantes al arrecife. - El paisaje submarino que actualmente consta de extensas planicies arenosas se verá transformado con la presencia de los pecios. Su historia e intención como sitio de refugio para especies marinas lo vuelven interesante como sitio de buceo. - La presencia de flora y fauna marina asociada al servicio ambiental que prestará como arrecife artificial le dará otro nivel estético al lugar.

		- Desde el punto vista del interés para la biodiversidad marina, la apertura de accesos que permitan recibir un flujo continuo de corrientes marinas que renueven el agua y su calidad, ofrecerá las condiciones adecuadas para que las especies marinas cuenten con nichos particulares de refugio en alguna etapa de su vida.
Socioeconómico	Social	- Aunque no se trata de un proyecto con grandes inversiones dado que se aprovecha de embarcaciones en desuso que son aprovechadas para que presten un servicio ambiental, se generarán algunos empleos directos en la limpieza y acondicionamiento del casco del ex buque para que evitar la contaminación del medio marino. - De manera indirecta, se generarán empleos del turismo de aventura. El arrecife artificial por la historia del ex buque y por la biodiversidad asociada, resultará en una atracción para el turismo de aventura, buzos y paseantes náuticos que recorrerán el lugar. - El empleo es generador de riqueza, estabilidad y arraigo económico de las familias y por ende impacta en la calidad de vida de las personas que dependen de una actividad. - Por la importancia e interés del proyecto, es un tema que llama la atención no solo local, sino regional, nacional e internacional. En este sentido, el tema se discutirá seguramente en los ámbitos escolares con la niñez y juventud de la Entidad, lo cual tiene un componente de educación en temas ambientales de conservación de los ecosistemas marinos.
	Económico	- El proyecto no tiene un propósito económico de manera directa, es de índole ambiental, pero con un gran impacto en ciertos sectores productivos. - El sector de comercio y servicios tendrá una participación por la ejecución del proyecto en las etapas de preparación del ex buque, la preparación del sitio, construcción del proyecto (hundimiento de los pecios) y durante la etapa de operación y mantenimiento. - El sector turismo se verá beneficiado con la presencia del arrecife artificial por el atractivo de la historia de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) y por la biodiversidad que se asociará en el transcurso de los meses y años futuros. - Se generará una mayor expectativa en la Bahía de Santiago como destino para practicar el buceo en el Pacifico Mexicano.

V.1.1 Indicadores de impacto

En la Tabla XXXIV se presenta la lista de indicadores de impacto para el presente proyecto, derivado del escenario modificado del mismo y su caracterización. Se eligieron los componentes y factores ambientales que podrían ser afectados por las actividades del proyecto. Lo anterior, de acuerdo con el trabajo de campo que se incluye en el Capítulo IV.

Tabla XXXIV. Lista de factores ambientales susceptibles de ser alterados con las acciones del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex – buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), en Manzanillo, Colima.

	COMPONENTES		FACTORES	INDICADORES AMBIENTALES DE IMPACTO
MEDIO NATURAL (FÍSICO, BIÓTICO Y PERCEPTUAL)	AIRE	1	Calidad	Emisiones a la atmósfera (CO, NOx, SOx). Emisiones de polvo al ambiente.
		2	Ruido	Nivel de ruido.
	AGUA DE MAR	3	Calidad de agua	Indicadores contenidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Susceptibilidad a la contaminación del agua.
	SUSTRATO MARINO	4	Calidad / caract. Fisicoquímicas	Susceptibilidad a la contaminación del suelo o cambio en sus características fisicoquímicas.
	AMBIENTE COSTERO	5	Morfología costera	Modificación de la línea de costa natural.
		6	Hidrodinámica marina	Velocidad y dirección de corrientes de marea.
	FLORA	7	Fitoplancton	Susceptibilidad de afectación de especies.
		8	Macroalgas	Susceptibilidad de afectación de especies.
	FAUNA	9	Zooplancton	Susceptibilidad de afectación de especies.
		10	Fauna bentónica	Susceptibilidad de afectación de especies.
		11	Fauna pelágica	Susceptibilidad de afectación de especies.
	PAISAJE SUBMARINO	12	Vista panorámica y	Percepción de calidad visual.

			de interés (submarina)	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	13	Empleo	Generación de empleo fijo o temporal.
		14	Calidad de vida	Capacidad de satisfacer las necesidades básicas para el bienestar de la familia.
		15	Educación ambiental	Creación de conciencia ecológica marina.
	ECONÓMICO	16	Comercio y servicios	Demanda de productos y servicios como parte del proyecto.
		17	Sector turístico local, regional y nacional	Oportunidades para desarrollar actividades turísticas.
		18	Pesca ribereña y de altura	Mejora del stock pesquero para el sector de la pesca comercial.

V.1.1.2 Redes de Interacción

Con la finalidad de identificar impacto sinérgicos, acumulativos, indirectos y residuales, se elaboraron redes de interacción de la zona de estudio, tomando en cuenta las principales actividades del proyecto y el entorno del medio natural (físico, biótico y perceptual) del sistema ambiental analizado.

El diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo IV sirvió como base para establecer la condición de línea base del sitio del proyecto. La Figura 55 ilustra de forma sencilla el modelo conceptual que representa las interacciones entre los distintos componentes ambientales, considerando la inclusión del proyecto y sus diferentes fases: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. En ella se muestran las redes de interacción derivadas de las obras y actividades contempladas.

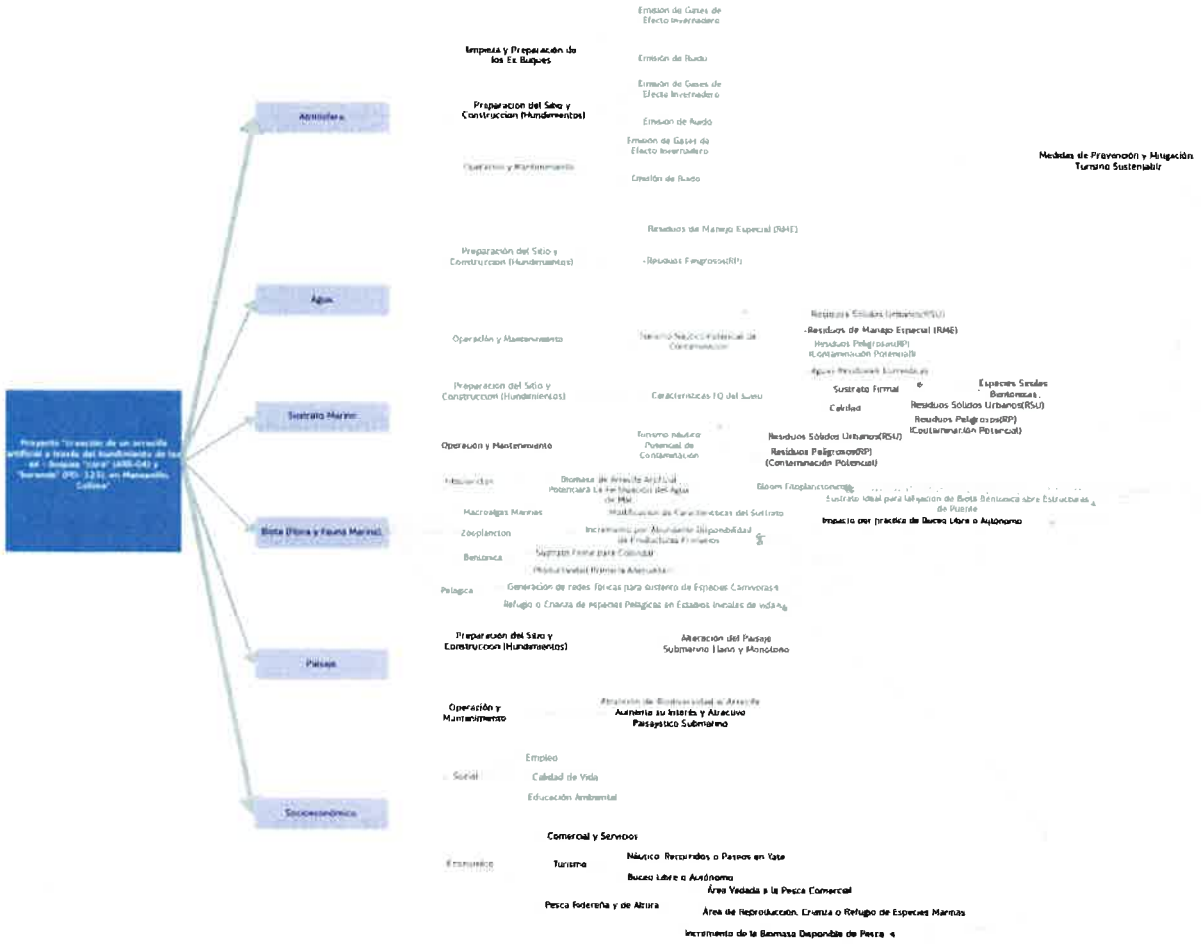


Figura 55. Red de interacción de factores medioambientales en el sitio del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex–buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), En Manzanillo, Colima.

V.1.2 Matriz de identificación de impactos

Tomando en cuenta la lista de verificación de las actividades derivadas del proyecto, así como la de componentes y factores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar los impactos mediante la matriz de cribado mostrada en la Tabla XXXV, el espacio de las columnas fue ocupada por las actividades del proyecto y la de las filas por los factores ambientales; las relaciones se señalan con un signo "-" (impacto adverso),

y signo "+" (impacto benéfico), en las casillas que no presentan color indica que no generan un impacto ambiental.

La matriz de cribado dio como resultado la identificación de 123 relaciones de impacto al sistema ambiental, de los cuales 44 resultaron de naturaleza adversa y 77 de naturaleza benéfica. Las etapas de preparación del sitio y construcción alcanzarán el mayor número de impactos con 78 en total, 35 de naturaleza adversa y 43 benéficos; en tanto que en la etapa de operación y mantenimiento se detectaron 45 relaciones de impacto, 14 de naturaleza adversa contra 31 benéficos.

Los impactos identificados por componente ambiental se presentan en la Figura 56, el mayor número de impactos adversos se identificó en los componentes de aire, agua y sustrato, mientras que los impactos benéficos se registraron en la flora, fauna, paisaje submarino, social y económico.

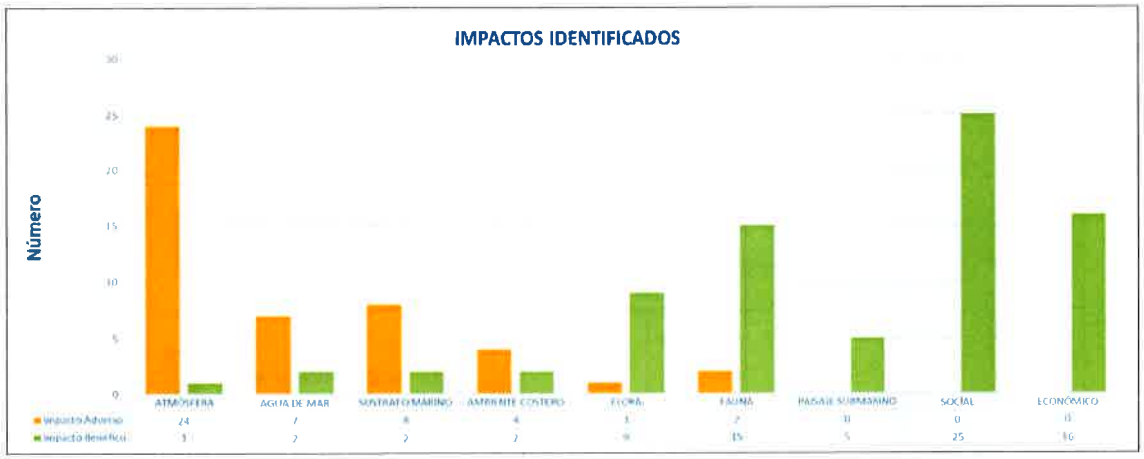


Figura 56. Impactos identificados por componente ambiental y naturaleza en el área de estudio del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través del hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), en Manzanillo, Colima.

Tabla XXXV. Matriz de cribado de los impactos identificados respecto a la naturaleza adversa ("-") o benéfica ("+"), derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS		SAR	ABIÓTICO						BIÓTICO					PERCEPTUAL	SOCIOECONÓMICO						ACCIÓN /OBRA	ETAPA
		C.A.	AIRE		AGUA DE MAR	SUSTRATO MARINO	AMBIENTE COSTERO		FLORA		FAUNA			PAISAJE SUBMARINO	SOCIAL			ECONÓMICO				
ETAPA	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL A TRAVÉS DE LOS HUNDIMIENTO DE LOS EX—BUQUES "CORA" (ARE-04) Y "BARANDA" (PO- 123), EN MANZANILLO, COLIMA.	FACTOR AMBIENTAL	Calidad	Ruido	Calidad de agua	Calidad / Caract. Fisioquímicas	Morfología costera	Hidrodinámica costera	Fitoplancton	Microalgas	Zooplancton	Fauna bentónica	Fauna pelágica	Vista panorámica y de interés (submarina)	Empleo	Calidad de vida	Educación ambiental	Comercio y servicios	Sector turístico local, regional y nacional	Pesca ribereña y de altura	Total por acción	Total por etapa
	ACCIÓN	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
PREPARACIÓN DEL SITIO	Preparación y descontaminación del ex buque (s)	1	-	-		-									+	+		+			6	24
	Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento	2	-	-	-										+	+		+			6	
	Instalación y retiro de malla anti dispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales	3	-	-	-										+	+		+			6	
	Aseguramiento del perímetro de seguridad pre-hundimiento	4	-	-																	2	
	Medidas de ahuyentamiento de mamíferos y tortugas marinos u otra especie mayor (en su caso)	5	-	-									+				+				4	
CONSTRUCCIÓN	Creación de arrecife artificial con el hundimiento de los ex buques provocado por carga de corte lineal en el casco	6	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+		+			15	54
	Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes	7	-	-		-									+	+		+			6	

	Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques)	8	-	-	-	-			+	+	+	+	+	+	+	+		+			13	
	Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones	9	-	-		-									+			+			5	
	Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima	10	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+		+			15	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima	11	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+	12	45
	Recorridos náuticos del turismo de aventura	12	-	-	-	-									+	+	+	+	+		9	
	Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable	13			-	-				-		-	-		+	+	+	+	+		10	
	Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo	14	-	-	+	+				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	
INDICADOR AMBIENTAL			13	12	9	10	3	3	4	6	4	6	7	5	11	10	4	11	3	2	123	
COMPONENTE AMBIENTAL			25		9	10	6		10		17			5	25			16				
SUBSISTEMA AMABIENTAL			50						27					5	41							

V.2 Valoración de los impactos

V.2.1 Metodología para la valoración de impactos

La evaluación de impacto ambiental para las obras del proyecto, como resultado de los principales impactos identificados y analizados con base en la clasificación de los índices de los criterios Básicos y Complementarios de la metodología Bojórquez-Tapia et al. (1998).

Después de identificar las interacciones ambientales relevantes entre los indicadores ambientales y las actividades de la obra, se eligieron seis criterios con sus respectivos valores para determinar la magnitud del impacto (M) y la significancia del impacto, los cuales se enlistan a continuación.

- **Extensión (E):** tamaño del área afectada por una determinada acción.
- **Duración (D):** Periodo durante el cual se estará llevando a cabo una acción particular.
- **Acumulación (A):** presencia de los efectos aditivos en los impactos.
- **Sinergia (S):** Grado de interacción entre impactos.
- **Controversia (C):** Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.
- **Mitigación (T):** Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o de mitigación para un determinado impacto.

Ambos criterios fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los factores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. El resultado de esta evaluación, así como el de cada uno de los siguientes procedimientos quedaron expresados en una memoria de

cálculo. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios, la cual se presenta en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos.

Valor	Expresión	Valor	Expresión
0	Nulo	5	Moderado
1	Nulo a Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

Se utilizó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia et al. (1998), en la que se plantea el uso de matrices causa-efecto y la memoria de cálculo para facilitar y sistematizar la identificación de los impactos ambientales significativos.

- Cálculo para la obtención del Índice Básico (MEDij).
- Cálculo para la obtención del Índice Complementario (SACij).
- Cálculo del Índice de Importancia (Iij) y el Índice de Significancia del Impacto (Gij).

Cálculo y obtención del Índice Básico e Índice Complementario.

A continuación, se describirá la metodología utilizada en la evaluación de los impactos tomando en cuenta el factor ambiental contra la actividad del proyecto detectada para el presente estudio. Los índices utilizados corresponden a los criterios básicos (MEDij) y complementarios (SACij) conforme a las fórmulas (Tabla XXXVII).

Tabla XXXVII. Ecuaciones aplicadas para obtener los índices básicos y complementarios.

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Índice Básico	$MED_{ij} = \frac{1}{9}(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
Índice Complementario	$SAC_{ij} = \frac{1}{9}(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$

Donde: M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración; S_{ij} = Efecto sinérgicos; A_{ij} = Efectos Acumulativos; C_{ij} = Controversia.

Cálculo y obtención del Índice de importancia y el Índice de Significancia.

Una vez obtenidos los índices básicos y complementarios, se calcula la importancia y significancia (Iij y Gij) de los impactos ambientales conforme a las siguientes ecuaciones mostradas en la tabla XXXVIII tomando en cuenta las calificaciones de las medidas de mitigación (T_{ij}) mostradas en la tabla XXXIX.

Tabla XXXVIII. Ecuaciones aplicadas para obtener la intensidad y la significancia.

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Intensidad	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$
Significancia	$G_{ij} = I_{ij} * \square 1 - \frac{1}{9}(T_{ij}) \Omega$

Donde: MED_{ij} = Índice de los criterios básicos; SAC_{ij} = Índice de los criterios complementarios; I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto; G_{ij} = Significancia final del impacto; T_{ij} = Medida de mitigación.

Tabla XXXIX. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia.

Mitigación (T_{ij})	
Escala	**Concepto**
	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0	**Nula.** No hay medidas de mitigación.
1	**Baja.** Si hay medida de mitigación, aminora la afectación hasta en un 25%.
2	**Media.** Si hay medida de mitigación, aminora la afectación entre un 25 y 74%.
3	**Alta.** Si hay medida de mitigación, aminora la afectación un 75% o más.

La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los principales factores ambientales descritos.

Los impactos ambientales fueron analizados desde dos puntos clave en el análisis:

- La capacidad de recuperación del medio, entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas

a la acción que lo modificó por medio de mecanismos naturales de auto recuperación, o bien por ayuda del hombre.

- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido, es necesario recordar que la medida aplicada es directamente proporcional a la gravedad del impacto y que dicha gravedad está referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectarán, así como por su extensión.

Una vez obtenidos los Índices Básico y Complementario, y darle valores de reversibilidad y susceptibilidad de medidas de mitigación, se procede a obtener la significancia de cada impacto. Este índice o valor numérico permite agrupar los resultados de los impactos de acuerdo con el valor de significancia en 4 rangos (Tabla XL): Bajo (0.01 al 0.259), Moderado (0.26 al 0.499), Alto (0.50 al 0.749) y Muy Alto (0.75 al 1.0).

Tabla XL. Categoría de valoración de los impactos ambientales según valor de significancia obtenido.

Categoría	Sigla	Intervalo
Baja	BJ	Del 0.0-0.25
Moderada	MD	Del 0.26-0.50
Alta	A	Del 0.51-0.75
Muy Alta	MA	Del 0.76-1.00

Finalmente, con los valores de significancia, se elaboró una matriz tipo Leopold donde se presentan los impactos con categoría Bajo (B), Moderado (M), Alto (A) y Muy Alto (MA).

V.2.2 Matriz de cribado

La Tabla XLI muestra los impactos de naturaleza benéfica identificados. Del total de estos, el 51% correspondió a la categoría de los impactos de Moderada (MD) significancia, el 18% a los de Alta (A) significancia, el 18% a

los de Muy Alta (MA) significancia y el 13% a los impactos de Baja (BJ) significancia.

Tabla XLI. Matriz de cribado de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS		SAR	ABIÓTICO						BIÓTICO					PERCEPTUAL	SOCIOECONÓMICO					
		C.A.	AIRE		AGUA DE MAR	SUSTRATO MARINO	AMBIENTE COSTERO		FLORA		FAUNA			PAISAJE SUBMARINO	SOCIAL			ECONÓMICO		
ETAPA	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL A TRAVÉS DE LOS HUNDIMIENTO DE LOS EXBUQUES "CORA" (ARE-04) Y "BARANDA" (PO- 123), EN MANZANILLO, COLIMA.	FACTOR AMBIENTAL	Calidad	Ruido	Calidad de agua	Calidad / Caract. Fisicoquímicas	Morfología costera	Hidrodinámica costera	Fitoplancton	Microalgas	Zooplancton	Fauna bentónica	Fauna pelágica	Vista panorámica y de interés (submarina)	Empleo	Calidad de vida	Educación ambiental	Comercio y servicios	Sector turístico local, regional y nacional	Pesca ribereña y de altura
	ACCIÓN	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PREPARACIÓN DEL SITIO	Preparación y descontaminación del ex buque (s)	1	1 AMD	14 AMD		35 ABJ									83 BMD	94 BMD		108 BA		
	Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento	2	2 ABJ	15 ABJ	26 ABJ										84 BBJ	95 BMD		109 BMD		
	Instalación y retiro de malla anti dispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales	3	3 ABJ	16 ABJ	27 ABJ										85 BBJ	96 BBJ		110 BBJ		
	Aseguramiento del perímetro de seguridad pre-hundimiento	4	4 ABJ	17 ABJ																
	Medidas de ahuyentamiento de mamíferos y tortugas marinos u otra especie mayor (en su caso)	5	5 ABJ	18 ABJ									71 BBJ				104 BBJ			
CONSTRUCCIÓN	Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco	6	6 AMD	19 AMD	28 ABJ	36 AMD	45 ABJ	48 ABJ	51 BMD	55 BMD	61 BMD	65 BMD	72 BA	78 BMD	86 BMD	97 BMD		111 BMD		

	Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes	7	7 AMD	20 AMD		37 ABJ									87 BMD	98 BMD		112 BA		
	Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques)	8	8 AMD	21 AMD	29 ABJ	38 ABJ			52 BBJ	56 BMD	62 BBJ	66 BA	73 BMD	79 BMD	88 BMD	99 BMD		113 BMD		
	Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones	9	9 ABJ	22 ABJ		39 ABJ									89 BBJ			114 BMD		
	Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima	10	10 AA	23 AMD	30 AMD	40 ABJ	46 ABJ	49 ABJ	53 BMD	57 BMD	63 BMD	67 BA	74 BA	80 BA	90 BMD	100 BMD		115 BA		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima	11	11 BMA		31 BMA	41 BA	47 AMD	50 BMD	54 BA	58 BMA	64 BA	68 BMA	75 BMA	81 BMA						122 BMA
	Recorridos náuticos del turismo de aventura	12	12 AA	24 AMD	32 AMD	42 AMD									91 BMA	101 BA	105 BMD	116 BMA	119 BMA	
	Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable	13			33 AMD	43 ABJ				59 AMD		69 AMD	76 AMD		92 BA	102 BMA	106 BMD	117 BMA	120 BMA	
	Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo	14	13 AMD	25 AMD	34 ABJ	44 ABJ				60 BMD		70 BMD	77 BMD	82 BMD	93 BMD	103 BMD	107 BBJ	118 BMD	121 BMD	123 BMD

Tabla XLII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

MEDIOS	COMPONENTES		FACTORES	IMPACTOS												TOTALES
				ADVERSOS				BENÉFICOS				ADV + BEN				
				ABj	AMD	AA	AMA	BBj	BMD	BA	BMA	Bj	MD	A	MA	
MEDIO NATURAL	AIRE	1	CALIDAD	5	5	2	0	0	0	0	1	5	5	2	1	13
		2	RUIDO	5	7	0	0	0	0	0	0	5	7	0	0	12
	AGUA DE MAR	3	CALIDAD DE AGUA	5	3	0	0	0	0	0	1	5	3	0	1	9
	SUSTRATO MARINO	4	CALIDAD / CARACT. FISICOQUIMICAS	7	2	0	0	0	0	1	0	7	2	1	0	10

	AMBIENTE COSTERO	5	MORFOLOGIA COSTERA	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
		6	HIDRODINAMICA MARINA	2	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	3
	FLORA	7	FITOPLANCTON	0	0	0	0	1	2	1	0	1	2	1	0	4
		8	MACROALGAS	0	1	0	0	0	4	0	1	0	5	0	1	6
	FAUNA	9	ZOOPLANCTON	0	0	0	0	1	2	1	0	1	2	1	0	4
		10	FAUNA BENTÓNICA	0	1	0	0	0	2	2	1	0	3	2	1	6
		11	FAUNA PELÁGICA	0	1	0	0	1	2	2	1	1	3	2	1	7
	PAISAJE SUBMARINO	12	VISTA PANORÁMICA Y DE INTERES (SUBMARINA)	0	0	0	0	0	3	1	1	0	3	1	1	5
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	13	EMPLEO	0	0	0	0	3	6	1	1	3	6	1	1	11
		14	CALIDAD DE VIDA	0	0	0	0	1	7	1	1	1	7	1	1	10
		15	EDUCACIÓN AMBIENTAL	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	4
	ECONÓMICO	16	COMERCIO Y SERVICIOS	0	0	0	0	1	5	3	2	1	5	3	2	11
		17	TURISMO	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	3
		18	PESCA RIBEREÑA Y DE ALTURA	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2
TOTALES POR SIGNIFICANCIA				**26**	**21**	**2**	**0**	**10**	**38**	**13**	**13**	36	59	15	13	**123**
TOTALES POR NATURALEZA				**49**				**74**				**123**				

La Figura 57 muestra la valoración de cada uno de los impactos ambientales bajo los criterios establecidos, así como la estimación del índice de importancia y significancia. Los impactos adversos fueron estimados con valores negativos y los benéficos con valores positivos. Los componentes aire, agua y sustrato marino presentaron valoraciones negativas, contra el resto de los factores cuya valoración fue positiva. En el balance, la sumatoria de las valoraciones de los impactos positivos excede a la de los impactos negativos.

Componente	Factor	Actividades															Sumatoria / componente	Balance
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σ		
Aire	Calidad del aire	-0.26	-0.23	-0.10	-0.16	-0.16	-0.30	-0.33	-0.26	-0.13	-0.63	0.85	-0.56		-0.30	-2.47	-5.73	24.01
	Ruido	-0.33	-0.20	-0.10	-0.16	-0.16	-0.33	-0.33	-0.33	0.10	-0.43		-0.49		-0.30	-3.26		
Agua	Calidad del agua		-0.19	-0.15			-0.15		-0.23		-0.26	0.78	-0.28	-0.28	0.20	-0.56	-0.56	
Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	-0.08					-0.37	-0.16	-0.15	-0.11	-0.23	0.74	-0.26	-0.21	0.22	-0.62	-0.62	
Ambiente costero	Morfología costera						-0.15				-0.19	0.44				0.11	0.22	
	Hidrodinamica						-0.15				-0.19	0.44				0.11		
Flora	Fitoplanctón						0.30		0.19		0.30	0.56				1.33	3.37	
	Macroalgas						0.41		0.33		0.48	0.81		-0.30	0.30	2.04		
Fauna	Zooplanctón						0.30		0.19		0.30	0.63				1.41	6.85	
	Fauna bentónica						0.48		0.56		0.59	1.00		-0.30	0.30	2.63		
	Fauna pelágica					0.22	0.52		0.41		0.67	1.00		-0.26	0.26	2.81		
Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)						0.44		0.44		0.56	0.85			0.30	2.59	2.59	
Social	Empleo	0.41	0.22	0.15			0.30	0.44	0.37	0.15	0.44		0.78	0.74	0.26	4.26	9.37	
	Calidad de vida	0.41	0.30	0.15			0.19	0.44	0.33		0.26		0.67	0.78	0.26	3.78		
	Educación ambiental					0.22							0.44	0.44	0.22	1.33		
Económico	Comercio y servicio	0.52	0.26	0.19			0.41	0.56	0.48	0.26	0.59		0.85	0.78	0.26	5.15	8.52	
	Turismo												0.93	0.78	0.26	1.96		
	Pesca ribereña y de altura											1.00			0.41	1.41		

Figura 57. Matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto

ACTIVIDADES: 1. PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S), 2. REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO, 3. INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES, 4. ASEGURAMIENTO DEL PERIMETRO DE SEGURIDAD PRE-HUNDIMIENTO, 5. MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO), 6. CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO, 7. FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES, 8. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES), 9.

Los impactos identificados por su naturaleza y significancia por etapa del proyecto se pueden consultar de manera resumida en la Tabla XLIII. Como se observa del total de 123 impactos, 22 serán para la etapa de preparación del sitio (11 de naturaleza adversa y 11 benéficos); para la etapa de construcción (hundimiento de artefactos arrecifales) se identificaron 56 impactos (24 adversos y 32 benéficos) para la etapa de operación y mantenimiento un total de 45 impactos (14 adversos y 31 benéficos).

Tabla XLIII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto.

	ETAPA DEL PROYCTO	IMPACTOS												IMPACTOS TOTALES
		ADVERSOS				BENÉFICOS				ADVERSOS + BENÉFICOS				
		ABJ	AMD	AA	AMA	BBJ	BMD	BA	BMA	BJ	MD	A	MA	
1	Preparación del sitio	9	2	0	0	6	4	1	0	15	6	1	0	**22**
2	Construcción	14	9	1	0	3	22	7	0	17	31	8	0	**56**
3	Operación y mantenimiento	3	10	1	0	1	12	5	13	4	22	6	13	**45**
TOTALES POR SIGNIFICANCIA		**26**	**21**	**2**	**0**	**10**	**38**	**13**	**13**	**36**	**59**	**15**	**13**	**123**

En el balance de impactos adversos contra benéficos, se observa que los impactos adversos suman 26/123 (26 de 123) de Baja (BJ) significancia, 21/123 de Moderada (MD) significancia y 2/123 de Alta (A) significancia. Los impactos benéficos incluyen a 10/123 de Baja (BJ) significancia, 38/123 de Moderada (MD) significancia, 13/123 de Alta (A) significancia y 13/123 de Muy Alta (MA) significancia.

Al sumar los valores de Alta y Muy Alta significancia por naturaleza del impacto, tenemos que los de naturaleza adversa alcanzan el número de 2/123; en tanto que los de naturaleza benéfica alcanza la cifra de 26/123 impactos; mostrándose una clara tendencia positiva (Figura 58).

V.2.3 Valores de las Afectaciones

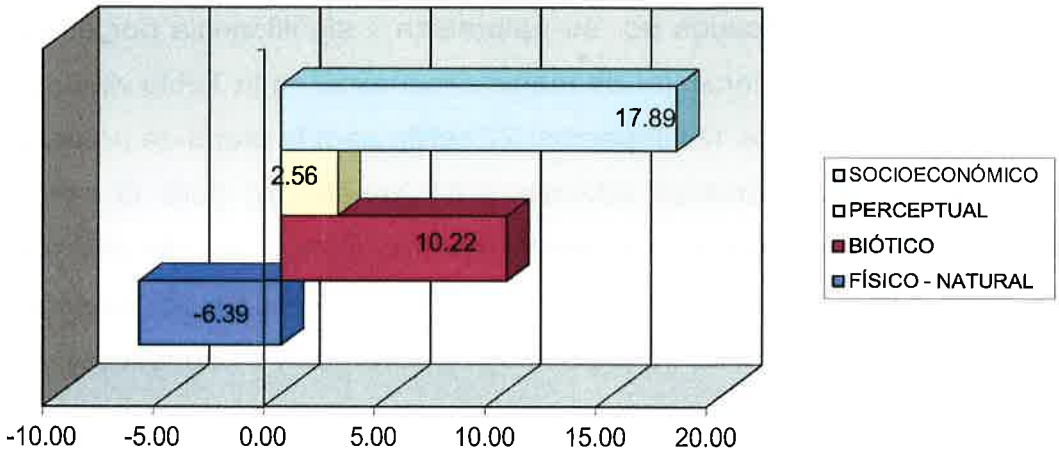


Figura 58. Valores de las afectaciones por subsistema.

El subsistema Físico-Natural es el más afectado y los demás generan un impacto positivo, sobre todo el socioeconómico.

Subsistema Físico – Natural

En el subsistema físico natural, el factor ambiental aire resulta ser el más afectado (-5.73 UIA), sin embargo, los impactos a este factor serán altamente reversibles, finalmente, le siguen el agua y el sustrato marino, mientras que el ambiente costero será beneficiado (Figura 59).

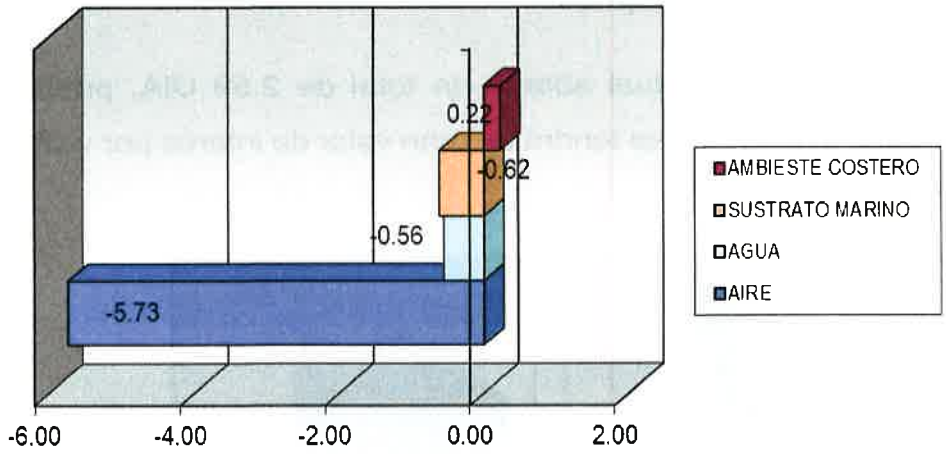


Figura 59. Afectación del Subsistema Físico – Natural.

Subsistema Biótico

De los factores ambientales que agrupa este subsistema, tanto la flora como la fauna tendrán un impacto benéfico ya que muestran valores positivos, sobre todo la fauna con un valor de 6.85 como se muestra en la Figura 60.

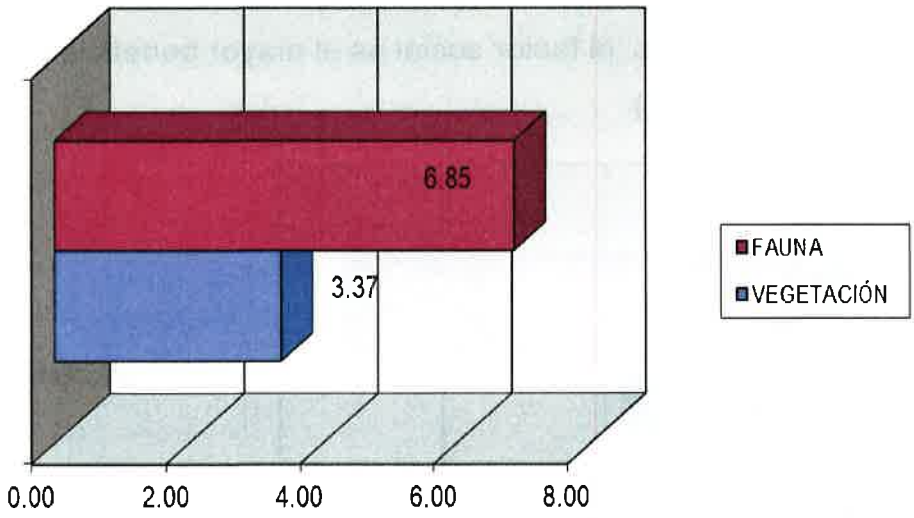


Figura 60. Afectación del Subsistema Biótico.

Subsistema Perceptual

El subsistema perceptual abarca un total de 2.59 UIA, puesto que al desarrollar el proyecto se tendrá un gran valor de interés por visitar el área (Figura 61).

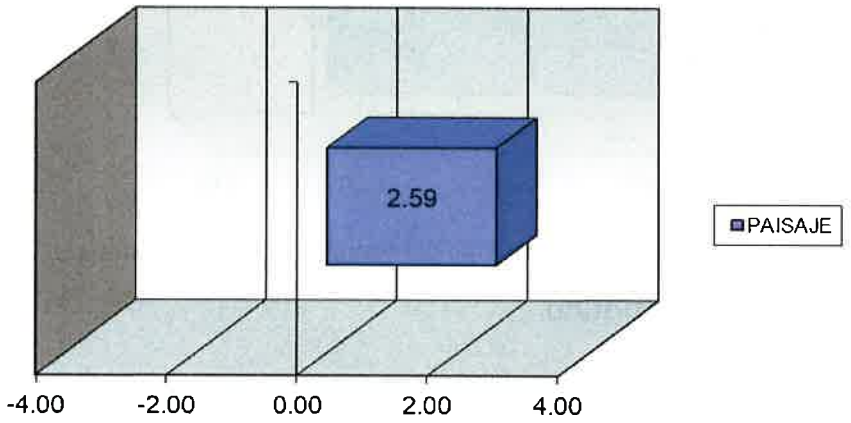


Figura 61. Afectación del Subsistema Perceptual.

Subsistema Socioeconómico

Respecto a los beneficios que se obtendrán, en el subsistema socioeconómico se registra el mayor número de unidades ambientales con impactos benéficos, el factor social es el mayor beneficiado con 9.37 UIA en total (Figura 62).

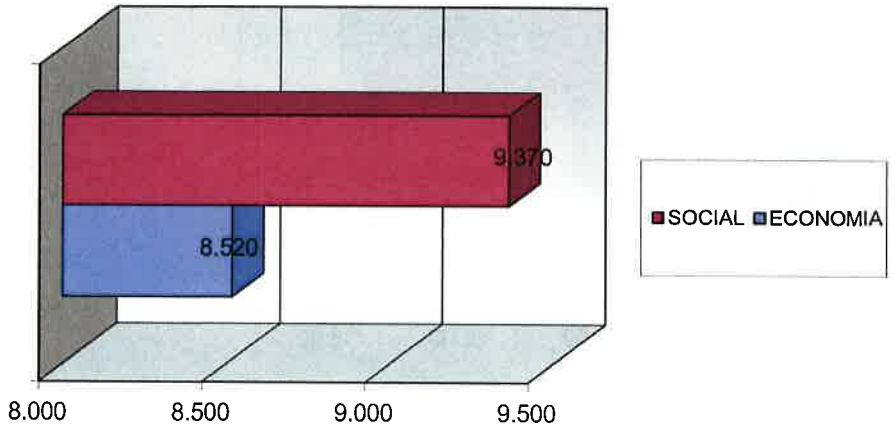


Figura 62. Afectación del Subsistema Socioeconómico.

V.3 Conclusiones

Fueron identificadas 123 relaciones de impacto ambiental entre los factores ambientales, las obras y actividades del proyecto. Por su naturaleza: 49 impactos adversos contra 74 impactos benéficos. Los impactos adversos se producirán sobre los factores del medio físico (calidad del aire, ruido, calidad de agua, características fisicoquímicas del sustrato marino); por su parte, los impactos benéficos serán predominantemente sobre los aspectos bióticos, paisaje submarino, social y económico derivados del proyecto.

Bajo los criterios básicos de magnitud, extensión y duración de los impactos, se encontró para la totalidad de relaciones de impacto que el 48% de los impactos serán una significancia Moderada (MD) y 29% de Baja (BJ) significancia. El 12% fueron de Muy Alta (MA) significancia y el 11% de Alta (A) significancia. De los impactos de naturaleza adversa el 53% fueron catalogados como de Moderada (MD) significancia, el 43% correspondió a los de Baja (BJ) significancia y el 4 % a los de Alta (A) significancia. Del total de los impactos de naturaleza benéfica el 51% se catalogaron como de Moderada (MD) significancia, el 18% a los de Alta (A) significancia, el 18% a los de Muy Alta (MA) significancia y el 13% a los impactos de Baja (BJ) significancia. Para las etapas de preparación del sitio y construcción se identificaron 78 de las 123 relaciones de impacto.

En el balance de los índices de significancia, la sumatoria de las valoraciones de los impactos positivos excede a la de los impactos negativos de manera muy importante y contundente. Por lo tanto, los impactos relevantes son aceptables, es decir, se respeta la integridad funcional y la capacidad de carga del o los ecosistemas.

V.4 Memoria de cálculo de la caracterización y evaluación de impactos

A continuación, se presenta la **memoria de cálculo** de la evaluación de impacto ambiental para las obras del proyecto, como resultado los principales impactos identificados y analizados con base en la clasificación de los índices de los criterios Básicos y Complementarios de la metodología Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

AIRE.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
CALIDAD DEL AIRE	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	A	2	2	4	0.30	0	0	0	0.00	0.30	1	0.26	MODERADA	1
		REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	A	3	3	1	0.26	0	0	0	0.00	0.26	1	0.23	BAJA	2
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	A	1	1	1	0.11	0	0	0	0.00	0.11	1	0.10	BAJA	3
		ASEGURAMIENTO DEL PERIMETRO DE SEGURIDAD PRE-HUNDIMIENTO	A	1	3	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	1	0.16	BAJA	4
		MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	A	1	3	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	1	0.16	BAJA	5
	CONSTRUCCIÓN	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	4	4	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	MODERADA	6
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	A	3	3	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	1	0.33	MODERADA	7
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	A	3	4	1	0.30	0	0	0	0.00	0.30	1	0.26	MODERADA	8
		INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	A	1	2	1	0.15	0	0	0	0.00	0.15	1	0.13	BAJA	9
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	6	5	5	0.59	0	0	0	0.00	0.59	1	0.53	ALTA	10
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	7	9	0.85	0	0	0	0.00	0.85	0	0.85	MUY ALTA	11
		RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	A	4	5	8	0.63	0	0	0	0.00	0.63	1	0.56	ALTA	12
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	A	2	2	5	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	MODERADA	13
RUIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	A	4	2	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	1	0.33	MODERADA	14
		REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	A	2	3	1	0.22	0	0	0	0.00	0.22	1	0.20	BAJA	15
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	A	1	1	1	0.11	0	0	0	0.00	0.11	1	0.10	BAJA	16
		ASEGURAMIENTO DEL PERIMETRO DE SEGURIDAD PRE-HUNDIMIENTO	A	2	2	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	1	0.16	BAJA	17

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
		MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	A	2	2	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	1	0.16	BAJA	18
	CONSTRUCCIÓN	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	5	4	1	0.37	0	0	0	0.00	0.37	1	0.33	MODERADA	19
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	A	3	3	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	1	0.33	MODERADA	20
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	A	3	3	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	1	0.33	MODERADA	21
		INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	A	1	1	1	0.11	0	0	0	0.00	0.11	1	0.10	BAJA	22
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	5	3	5	0.48	0	0	0	0.00	0.48	1	0.43	MODERADA	23
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	A	4	3	8	0.56	0	0	0	0.00	0.56	1	0.49	MODERADA	24
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	A	2	3	4	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	MODERADA	25

AGUA.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
CALIDAD DEL AGUA	PREPARACIÓN DEL SITIO	REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	A	2	2	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	26
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	A	1	2	1	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	27
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	5	3	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	5	0.15	BAJA	28
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	A	2	2	4	0.30	0	0	0	0.00	0.30	2	0.23	BAJA	29
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	7	5	4	0.59	0	0	0	0.00	0.59	5	0.26	MODERADA	30
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	5	9	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	MUY ALTA	31
		RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	A	5	4	8	0.63	0	0	0	0.00	0.63	5	0.28	MODERADA	32
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	A	5	5	7	0.63	0	0	0	0.00	0.63	5	0.28	MODERADA	33
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	2	2	2	0.22	0	0	0	0.00	0.22	1	0.20	BAJA	34

SUSTRATO MARINO.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
CARACT. FISICOQUIMICAS	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	A	3	3	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	7	0.08	BAJA	35
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	6	3	1	0.37	0	0	0	0.00	0.37	0	0.37	MODERADA	36
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	A	3	3	4	0.37	0	0	0	0.00	0.37	5	0.16	BAJA	37
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	A	1	2	1	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	38
		INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	A	1	1	1	0.11	0	0	0	0.00	0.11	0	0.11	BAJA	39
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	5	5	4	0.52	0	0	0	0.00	0.52	5	0.23	BAJA	40
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	6	5	9	0.74	0	0	0	0.00	0.74	0	0.74	ALTA	41
		RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	A	4	5	7	0.59	0	0	0	0.00	0.59	5	0.26	MODERADA	42
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	A	4	2	7	0.48	0	0	0	0.00	0.48	5	0.21	BAJA	43
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	2	2	2	0.22	0	0	0	0.00	0.22	0	0.22	BAJA	44

AMBIENTE COSTERO.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
MORFOLO-GIA COSTERA	CONSTRUCCIÓN	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	1	1	2	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	45
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	2	1	2	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	46
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	2	1	9	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	47
HIDRODINAMICA	CONSTRUCCIÓN	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	A	1	1	2	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	48
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	A	2	1	2	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	49
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	2	1	9	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	50

FLORA.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
FITOPLANC-TON	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	3	3	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	51
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	2	1	2	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	52
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	3	3	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	53
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	3	3	9	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	ALTA	54
MACROAL-GAS	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	5	4	2	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	55
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	3	4	2	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	MODERADA	56
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	4	2	0.48	0	0	0	0.00	0.48	0	0.48	MODERADA	57
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	8	5	9	0.81	0	0	0	0.00	0.81	0	0.81	MUY ALTA	58
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	A	6	5	7	0.67	0	0	0	0.00	0.67	5	0.30	MODERADA	59
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	4	2	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	60

FAUNA.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
ZOOPLANCTON	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	3	3	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	61
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	2	1	2	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	62
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	3	3	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	63
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	4	4	9	0.63	0	0	0	0.00	0.63	0	0.63	ALTA	64
FAUNA BENTÓNICA	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	7	6	2	0.48	0	0	0	0.00	0.48	0	0.48	MODERADA	65
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	5	6	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	ALTA	66
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	7	2	0.59	0	0	0	0.00	0.59	0	0.59	ALTA	67
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	9	9	9	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	MUY ALTA	68
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	A	6	5	7	0.67	0	0	0	0.00	0.67	5	0.30	MODERADA	69
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	4	2	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	70

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
FAUNA PELÁGICA	PREPARACIÓN DEL SITIO	MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	B	2	3	1	0.22	0	0	0	0.00	0.22	0	0.22	BAJA	71
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	7	5	2	0.52	0	0	0	0.00	0.52	0	0.52	ALTA	72
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	5	4	2	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	73
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	9	7	2	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	ALTA	74
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	9	9	9	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	MUY ALTA	75
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	A	5	4	7	0.59	0	0	0	0.00	0.59	5	0.26	MODERADA	76
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	77

PAISAJE.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
VISTA PANORÁMICA Y DE INTERÉS	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	6	4	2	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	78
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	6	4	2	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	79
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	6	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	ALTA	80
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	7	7	9	0.85	0	0	0	0.00	0.85	0	0.85	MUY ALTA	81
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	4	2	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	82

SOCIAL.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
EMPLEO	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	B	3	4	4	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	83
		REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	B	2	2	2	0.22	0	0	0	0.00	0.22	0	0.22	BAJA	84
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	B	1	2	1	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	85

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	1	5	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	86
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	B	3	5	4	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	87
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	3	5	2	0.37	0	0	0	0.00	0.37	0	0.37	MODERADA	88
		INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	B	1	1	2	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	89
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	4	6	2	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	90
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	B	7	7	7	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	MUY ALTA	91
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	B	7	6	7	0.74	0	0	0	0.00	0.74	0	0.74	ALTA	92
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	93
CALIDAD DE VIDA	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	B	3	4	4	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	94
		REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	B	4	2	2	0.30	0	0	0	0.00	0.30	0	0.30	MODERADA	95
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	B	1	2	1	0.15	0	0	0	0.00	0.15	0	0.15	BAJA	96
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	1	2	2	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	97
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	B	3	5	4	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	98
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	2	5	2	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	MODERADA	99
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL COLIMA	B	4	1	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	100
		RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	B	5	6	7	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	ALTA	101
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	B	7	7	7	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	MUY ALTA	102
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	103
EDUCACIÓN AMBIENTAL	PREPARACIÓN DEL SITIO	MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	B	3	2	1	0.22	0	0	0	0.00	0.22	0	0.22	BAJA	104
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	B	3	2	7	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	105
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	B	3	2	7	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	MODERADA	106
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	2	2	2	0.22	0	0	0	0.00	0.22	0	0.22	BAJA	107

ECONÓMICO.

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	ME Dij	Sij	Aij	Cij	SAC ij	Iij	Tij	Gij	SIGNIFICANCIA	Núm
COMERCIO Y SERVICIOS	PREPARACIÓN DEL SITIO	PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	B	5	5	4	0.52	0	0	0	0.00	0.52	0	0.52	ALTA	108
		REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	109
		INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	B	2	2	1	0.19	0	0	0	0.00	0.19	0	0.19	BAJA	110
	CONSTRUCCION	CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	B	5	4	2	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	111
		FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	B	5	6	4	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	ALTA	112
		TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	B	5	6	2	0.48	0	0	0	0.00	0.48	0	0.48	MODERADA	113
		INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	B	3	3	1	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	114
		ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	6	7	3	0.59	0	0	0	0.00	0.59	0	0.59	ALTA	115
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	B	8	8	7	0.85	0	0	0	0.00	0.85	0	0.85	MUY ALTA	116
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	B	7	7	7	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	MUY ALTA	117
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	118
TURISMO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	B	9	9	7	0.93	0	0	0	0.00	0.93	0	0.93	MUY ALTA	119
		PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	B	7	7	7	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	MUY ALTA	120
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	3	2	2	0.26	0	0	0	0.00	0.26	0	0.26	MODERADA	121
PESCA RIBEREÑA	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	B	9	9	9	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	MUY ALTA	122
		VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	B	5	4	2	0.41	0	0	0	0.00	0.41	0	0.41	MODERADA	123

V.5 Muestra la valoración de los impactos sobre los factores ambientales involucrados en el proyecto en un arreglo por obra o actividad.

Obras y/ o actividades del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	No. de impacto	Naturaleza del impacto Adverso (-), Benéfico (+)	Valoración del impacto ponderado	Significancia del Impacto ambiental	Valoración por obra o actividad
Etapa de preparación del sitio							
1. PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DEL EX BUQUE (S)	Aire	Calidad de aire	1	(-)	-0.26	MODERADA	0.66
		Ruido	14	(-)	-0.33	MODERADA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	35	(-)	-0.08	BAJA	
	Social	Empleo	83	(+)	0.41	MODERADA	
		Calidad de vida	94	(+)	0.41	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	108	(+)	0.52	ALTA	
2. REMOLQUE Y ANCLAJE DE EX BUQUE AL SITIO DE HUNDIMIENTO	Aire	Calidad de aire	2	(-)	-0.23	BAJA	0.16
		Ruido	15	(-)	-0.20	BAJA	
	Agua	Calidad	26	(-)	-0.19	BAJA	
	Social	Empleo	84	(+)	0.22	BAJA	
		Calidad de vida	95	(+)	0.30	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	109	(+)	0.26	MODERADA	
3. INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	Aire	Calidad de aire	3	(-)	-0.10	BAJA	0.14
		Ruido	16	(-)	-0.10	BAJA	
	Agua	Calidad del agua	27	(-)	-0.15	BAJA	
	Social	Empleo	85	(+)	0.15	BAJA	
		Calidad de vida	96	(+)	0.15	BAJA	
	Económico	Comercio y servicio	110	(+)	0.19	BAJA	
4. ASEGURAMIENTO DEL PERIMETRO DE SEGURIDAD PRE-HUNDIMIENTO	Aire	Calidad de aire	4	(-)	-0.16	BAJA	-0.33
		Ruido	17	(-)	-0.16	BAJA	
5. MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	Aire	Calidad de aire	5	(-)	-0.16	BAJA	0.12
		Ruido	18	(-)	-0.16	BAJA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	71	(+)	0.22	BAJA	
	Social	Educación ambiental	104	(+)	0.22	BAJA	
Etapa de construcción							
6. CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	Aire	Calidad de aire	6	(-)	-0.30	MODERADA	1.89
		Ruido	19	(-)	-0.33	MODERADA	
	Agua	Calidad del agua	28	(-)	-0.15	BAJA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	36	(-)	-0.37	MODERADA	
	Ambiente costero	Morfología costera	45	(-)	-0.15	BAJA	
		Hidrodinámica	48	(-)	-0.15	BAJA	
	Flora	Fitoplancton	51	(+)	0.30	MODERADA	
		Macroalgas	55	(+)	0.41	MODERADA	
	Fauna	Zooplancton	61	(+)	0.30	MODERADA	
		Fauna bentónica	65	(+)	0.48	MODERADA	
		Fauna pelágica	72	(+)	0.52	ALTA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	78	(+)	0.44	MODERADA	
	Social	Empleo	86	(+)	0.30	MODERADA	
		Calidad de vida	97	(+)	0.19	BAJA	
	Económico	Comercio y servicio	111	(+)	0.41	MODERADA	
7. FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	Aire	Calidad de aire	7	(-)	-0.33	MODERADA	0.62
		Ruido	20	(-)	-0.33	MODERADA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	37	(-)	-0.16	BAJA	
	Social	Empleo	87	(+)	0.44	MODERADA	
		Calidad de vida	98	(+)	0.44	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	112	(+)	0.56	ALTA	
8. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	Aire	Calidad de aire	8	(-)	-0.26	MODERADA	2.33
		Ruido	21	(-)	-0.33	MODERADA	
	Agua	Calidad del agua	29	(-)	-0.23	BAJA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	38	(-)	-0.15	BAJA	
	Flora	Fitoplancton	52	(+)	0.19	BAJA	
		Macroalgas	56	(+)	0.33	MODERADA	
	Fauna	Zooplancton	62	(+)	0.19	BAJA	
		Fauna bentónica	66	(+)	0.56	ALTA	
		Fauna pelágica	73	(+)	0.41	MODERADA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	79	(+)	0.44	MODERADA	
	Social	Empleo	88	(+)	0.37	MODERADA	
		Calidad de vida	99	(+)	0.33	MODERADA	

	Económico	Comercio y servicio	113	(+)	0.48	MODERADA	
9. INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	Aire	Calidad de aire	9	(-)	-0.13	BAJA	0.07
		Ruido	22	(-)	-0.10	BAJA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	39	(-)	-0.11	BAJA	
	Social	Empleo	89	(+)	0.15	BAJA	
	Económico	Comercio y servicio	114	(+)	0.26	MODERADA	
10. ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	Aire	Calidad de aire	10	(-)	-0.53	ALTA	2.37
		Ruido	23	(-)	-0.43	MODERADA	
	Agua	Calidad del agua	30	(-)	-0.26	MODERADA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	40	(-)	-0.23	BAJA	
	Ambiente costero	Morfología costera	46	(-)	-0.19	BAJA	
		Hidrodinámica	49	(-)	-0.19	BAJA	
	Flora	Fitoplancton	53	(+)	0.30	MODERADA	
		Macroalgas	57	(+)	0.48	MODERADA	
	Fauna	Zooplancton	63	(+)	0.30	MODERADA	
		Fauna bentónica	67	(+)	0.59	ALTA	
		Fauna pelágica	74	(+)	0.67	ALTA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	80	(+)	0.56	ALTA	
	Social	Empleo	90	(+)	0.44	MODERADA	
		Calidad de vida	100	(+)	0.26	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	115	(+)	0.59	ALTA	
Etapa de Operación y mantenimiento							
11. PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	Aire	Calidad de aire	11	(+)	0.85	MUY ALTA	9.11
	Agua	Calidad del agua	31	(+)	0.78	MUY ALTA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	41	(+)	0.74	ALTA	
	Ambiente costero	Morfología costera	47	(+)	0.44	MODERADA	
		Hidrodinámica	50	(+)	0.44	MODERADA	
	Flora	Fitoplancton	54	(+)	0.56	ALTA	
		Macroalgas	58	(+)	0.81	MUY ALTA	
	Fauna	Zooplancton	64	(+)	0.63	ALTA	
		Fauna bentónica	68	(+)	1.00	MUY ALTA	
		Fauna pelágica	75	(+)	1.00	MUY ALTA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	81	(+)	0.85	MUY ALTA	
	Económico	Pesca ribereña y de altura	122	(+)	1.00	MUY ALTA	
12. RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	Aire	Calidad de aire	12	(-)	-0.56	ALTA	2.07
		Ruido	24	(-)	-0.49	MODERADA	
	Agua	Calidad del agua	32	(-)	-0.28	MODERADA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	42	(-)	-0.26	MODERADA	
	Social	Empleo	91	(+)	0.78	MUY ALTA	
		Calidad de vida	101	(+)	0.67	ALTA	
		Educación ambiental	105	(+)	0.44	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	116	(+)	0.85	MUY ALTA	
		Turismo	119	(+)	0.93	MUY ALTA	
13. PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	Agua	Calidad del agua	33	(-)	-0.28	MODERADA	2.17
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	43	(-)	-0.21	BAJA	
	Flora	Macroalgas	59	(-)	-0.30	MODERADA	
	Fauna	Fauna bentónica	69	(-)	-0.30	MODERADA	
		Fauna pelágica	76	(-)	-0.26	MODERADA	
	Social	Empleo	92	(+)	0.74	ALTA	
		Calidad de vida	102	(+)	0.78	MUY ALTA	
		Educación ambiental	106	(+)	0.44	MODERADA	
	Económico	Comercio y servicio	117	(+)	0.78	MUY ALTA	
		Turismo	120	(+)	0.78	MUY ALTA	
14. VIGILANCIA, MONITOREO Y MATENIMIENTO PREVENTIVO	Aire	Calidad de aire	13	(-)	-0.30	MODERADA	2.64
		Ruido	25	(-)	-0.30	MODERADA	
	Agua	Calidad del agua	34	(+)	0.20	BAJA	
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	44	(+)	0.22	BAJA	
	Flora	Macroalgas	60	(+)	0.30	MODERADA	
	Fauna	Fauna bentónica	70	(+)	0.30	MODERADA	
		Fauna pelágica	77	(+)	0.26	MODERADA	
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	82	(+)	0.30	MODERADA	
	Social	Empleo	93	(+)	0.26	MODERADA	
		Calidad de vida	103	(+)	0.26	MODERADA	
		Educación ambiental	107	(+)	0.22	BAJA	
	Económico	Comercio y servicio	118	(+)	0.26	MODERADA	
		Turismo	121	(+)	0.26	MODERADA	
	Económico	Pesca ribereña y de altura	123	(+)	0.41	MODERADA	

V.6 Fichas de descripción de los impactos identificados por componente ambiental.

Componente: Aire. **Factor Ambiental:** Calidad del aire / Ruido			
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del impacto:**	
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	Baja (2, 3, 4, 5, 9, 15, 16, 17, 18, 22), Moderada (1, 6, 7, 8, 14, 19, 20, 21, 23, 24, 25), Alta (10, 12)	Adversa.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	1. Preparación y descontaminación del ex buque (s). 2. Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento. 3. Instalación y retiro de malla antidispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales. 4. Aseguramiento del perímetro de seguridad pre-hundimiento. 5. Medidas de ahuyentamiento de mamíferos y tortugas marinos u otra especie mayor (en su caso). 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 7. Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 9. Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones. 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial Colima. 12. Recorridos náuticos del turismo de aventura. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Muy baja a Baja. • **Extensión espacial:** Puntual. • **Duración:** Mayormente bajo.	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** Baja.
Descripción:			
– Durante las etapas de preparación del sitio y construcción (hundimiento de estructuras arrecifales), las actividades del proyecto no requieren del uso intensivo de maquinaria que emita gases que afecten la calidad del aire del ambiente. Lo anterior es válido para cualquiera de las tres fases del proyecto. – El uso de equipo motorizado se dará principalmente como medio para el remolque o transporte de ex buque (s) o artefactos arrecifales al sitio del proyecto y los protocolos requeridos para llevar a cabo el hundimiento de forma segura. En este sentido, las actividades toman periodos de ejecución de horas a un par de días (máximo), por lo que son de un impacto bajo o moderado. – La operación y mantenimiento del arrecife debe considerar que, de manera secundaria, el arrecife artificial generará una actividad turística en la zona por el interés que despierta este sitio; lo cual incluye viajes frecuentes en yates o embarcaciones menores a manera de recorridos. Esta actividad es a largo plazo durante la vida útil del proyecto. Si bien, las emisiones son de poca magnitud, si se efectuará en un mayor lapso. – En lo que se refiere al ruido, este estará asociado al uso de equipos de remolque y transporte motorizados que ya se han comentado y será muy localizado en las rutas que tomen. Su magnitud, extensión y duración es escasa, por lo que su impacto es bajo a moderado.		

Componente: Aire. **Factor Ambiental:** Calidad del aire			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
13	Muy Alta (13)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial Colima.	• **Magnitud:** Moderada a alta • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Muy alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No

Descripción:
– La biota asociada al arrecife artificial (fitoplancton, micro y macroalgas) tendrán una función en la absorción de CO2 del agua de mar en el proceso de la fotosíntesis para producir oxígeno. – En este sentido reducirá uno de los gases que causan efecto invernadero en la atmósfera terrestre y el calentamiento global.

Componente: Agua. **Factor Ambiental:** Calidad del agua			
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34	Baja (26, 27, 28, 29, 34), Moderada (30, 32)	Adversa.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	2. Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento. 3. Instalación y retiro de malla antidispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales. 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 12. Recorridos náuticos del turismo de aventura. 13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Moderada a alta • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Baja	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** Moderada a alta.
Descripción:			
– Los ex buques que son introducidos al sitio del proyecto serán sometidos a un proceso de limpieza y acondicionamiento para retirar residuos peligrosos y materiales que puedan contaminar el agua y el ambiente marino en general. Este es un proceso que se seguirá inalterablemente y será certificado por un Comité Interinstitucional encabezado por la Secretaría de Marina y el Gobierno del Estado de Colima. – En cuanto a otro tipo de artefactos arrecifales, estos serán fabricados con materiales geológicos inertes o con cementos especiales para el agua marina que no sean una fuente de contaminación futura. – Aún con estas previsiones, se tomará la existencia potencial de riesgo de contaminación a fin de tomar medidas adicionales que minimicen cualquier posibilidad de ocurrencia.		

Componente: Agua. **Factor Ambiental:** Calidad del agua.			
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
31	Muy Alta (31)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima.	• **Magnitud:** Moderada a alta • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Muy alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– La biota asociada al arrecife artificial, principalmente del reino vegetal y alguna fauna filtoalimentadora, tendrá una función benéfica como filtro de las partículas y sustancias presentes en el agua marina, mejorando su calidad.			

Componente: Sustrato marino. **Factor Ambiental:** Calidad / características fisicoquímicas		
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**

35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44	Baja (35, 37, 38, 39, 40, 43, 44), Moderada (36, 42)	Adversa.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	1. Preparación y descontaminación del ex buque (s). 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 7. Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 9. Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones. 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 12. Recorridos náuticos del turismo de aventura. 13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Bajo a moderado • **Extensión espacial:** Muy bajo a moderada • **Duración:** Baja a moderada, principalmente	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** Moderada.
Descripción:			
– Los ex buques que sean introducidos al sitio del proyecto serán sometidos a un proceso de limpieza y acondicionamiento para retirar residuos peligrosos y materiales que puedan contaminar el sustrato marino, el agua y el ambiente marino en general. Este es un proceso que se seguirá inalterablemente y será certificado por un Comité Interinstitucional encabezado por la Secretaría de Marina y el Gobierno del Estado de Colima a través de la Secretaría de Desarrollo Económico en asistencia de la Subsecretaría de Turismo, el Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (IMADES). – En cuanto a otro tipo de artefactos arrecifales, estos serán fabricados con materiales geológicos inertes o con cementos especiales para el agua marina que no sean una fuente de contaminación futura del sustrato marino o el agua. – Aún con estas previsiones, se tomará la existencia potencial de riesgo de contaminación a fin de tomar medidas adicionales que minimicen cualquier posibilidad de ocurrencia.		

Componente: Sustrato marino. **Factor Ambiental:** Calidad / características fisicoquímicas			
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
41	Alta (41)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima.	• **Magnitud:** Alta • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Muy alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– Las características de firmeza que tendrán los arrecifes artificiales serán ampliamente aprovechadas por especies epibentónicas; a diferencia del fondo natural compuesta por planicies de composición arenosa que dificultan cualquier tipo de fijación exitosa o de largo plazo. – La presencia de microalgas y macroalgas será el inicio de cadenas tróficas que atraerá otro tipo de biota que ejerza depredación y se integren cadenas tróficas más complejas. – Una vez que el arrecife madure en un ecosistema completo se tendrán interacciones que permitan sustentar especies planctónicas, del bentos y pelágicas.		

Componente: Ambiente costero. **Factor Ambiental:** Morfología costera e hidrodinámica.		
Número de impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**
45, 46, 47, 48, 49	Baja (45, 46, 48, 49), Moderada (47)	Adversa.
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**

• Construcción, • Operación y mantenimiento.	6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima.	• **Magnitud:** Muy bajo a bajo • **Extensión espacial:** Muy bajo • **Duración:** Baja a moderada.	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– Los arrecifes artificiales crean barreras que tienen el potencial de modificar la magnitud y velocidad de corrientes y oleaje. – Este tipo de alteraciones pueden impactar la morfología costera al alterar los procesos de erosión y accesión sedimentaria. – De acuerdo con modelaciones realizadas, la presencia de los arrecifes artificiales no modificará de manera significativa estos parámetros.			

Componente: Ambiente costero. **Factor Ambiental:** Hidrodinámica.			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
50	Moderada (50)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima.	• **Magnitud:** Muy bajo a bajo • **Extensión espacial:** Muy bajo • **Duración:** Baja a moderada.	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– Los arrecifes artificiales pueden prestar el servicio ambiental como barreras ante eventos meteorológicos, ofreciendo resistencia al impacto de la fuerza del oleaje o marejada sobre la línea costera.			

Componente: Flora **Factor Ambiental:** Macroalgas			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
59	Moderada (59)	Adversa.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable.	• **Magnitud:** Bajo • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** Moderada a alta
Descripción:			
– Las actividades de buceo deportivo o turístico en los pecios pueden afectar adversamente a las especies que lo colonicen ya que se pueden ocasionar rotura o desprendimiento de las macroalgas. – Para el proyecto se adoptarán medidas de turismo sustentable a fin de mitigar los impactos del buceo en el lugar.			

Componente: Flora **Factor Ambiental: Fitoplancton, macroalgas**		
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**
51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60	Baja (52), Moderada (51, 53, 55, 56, 57, 60), Alta (54) y Muy Alta (58)	Benéfica.
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**

• Construcción, • Operación y mantenimiento.	6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Moderada a alta. • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No.
Descripción:			
– El arrecife artificial tendrá un impacto benéfico hacía las especies del reino vegetal marino. – El fitoplancton se verá favorecido por la biomasa que sea atraída por el arrecife a través de excretas y materia orgánica que se incorpore a la columna de agua que aporte nutriente para su proliferación. – El sustrato firme del arrecife artificial proveerá una superficie de fijación a largo plazo para las micro y macroalgas bentónicas que lo colonizarán. – La incidencia de luz natural está garantizada a la profundidad que será hundido, por lo que se espera que sea un éxito.			

Componente: Fauna **Factor Ambiental:** Biota bentónica			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
69, 76	Moderada (69, 76)	Adversa.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Operación y mantenimiento.	13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable.	• **Magnitud:** Bajo • **Extensión espacial:** Moderada • **Duración:** Alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** Moderada a alta
Descripción:			
– Las actividades de buceo deportivo o turístico en los pecios pueden afectar adversamente a las especies de fauna bentónica que lo colonicen ya que se pueden ocasionar daño o depredación de especies sésiles. – Para el proyecto se adoptarán medidas de turismo sustentable a fin de mitigar los impactos del buceo en el lugar.			

Componente: Fauna **Factor Ambiental: Zooplancton, bentos, pelágicos**			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77	Baja (62, 71), Moderada (61, 63, 65, 70, 73, 77), Alta (64, 66, 67, 72, 74) y Muy Alta (68, 75)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	5. Medidas de ahuyentamiento de mamíferos y tortugas marinos u otra especie mayor (en su caso). 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Baja a alta. • **Extensión espacial:** Moderada a alta • **Duración:** Moderada a Alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No.
Descripción:			
– El arrecife artificial tendrá un impacto benéfico hacía las especies de la fauna marina. – El zooplancton se verá favorecido por los florecimientos de los productores primarios y en conjunto serán la base de generar redes tróficas que alcanzarán a impactar positivamente sobre los organismos bentónicos y pelágicos.			

Componente: Paisaje submarino **Factor Ambiental:** Vista panorámica y de interés.			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del impacto:**	
78, 79, 80, 81, 82	Moderada (78, 79, 82), Alta (80), Muy Alta (81)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Construcción, • Operación y mantenimiento.	6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Bajo a moderado • **Extensión espacial:** Moderada a alta • **Duración:** Moderada a alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– El arrecife artificial creará un escenario completamente distinto sobre las superficies planas y arenosas monótonas que actualmente existen el paisaje submarino en el sitio del proyecto. – Los ex—buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO- 123), tiene una historia interesante y destinarlo a una función ambiental como atractor de especies creará una vista submarina de belleza extraordinaria muy apreciada por los practicantes del turismo de aventura.			

Componente: Social **Factor Ambiental:** Empleo, calidad de vida y educación ambiental.			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del impacto:**	
83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107	Baja (84, 85, 89, 96, 104, 107), Moderada (83, 87, 88, 90, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106), Alta (92, 101), Muy Alta (91, 102)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	1. Preparación y descontaminación del ex buque (s). 2. Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento. 3. Instalación y retiro de malla antidispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales. 5. Medidas de ahuyentamiento de mamíferos y tortugas marinos u otra especie mayor (en su caso). 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 7. Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 9. Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones. 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 12. Recorridos náuticos del turismo de aventura. 13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Muy bajo a alto • **Extensión espacial:** Bajo a alta • **Duración:** Baja a alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No
Descripción:			
– El arrecife artificial no tiene como propósitos una generación importante de empleos de manera directa. – Sin embargo, es una acción que despierta un gran interés turístico y generador de biomasa pesquera que estará disponible para la población pesquera regional; por lo que generará empleos en esos ámbitos a corto, mediano y largo plazo. – La derrama en empleos futuros puede influir además en la calidad de vida de las personas que laboran en estas actividades.			

- Por otra parte, el proyecto pretende involucrar a la sociedad y será altamente difundido sus propósitos; por lo que tendrá un efecto de educación en temas ambientales de conservación del medio ambiente marino y de la biodiversidad presente en las costas de Colima

Componente: Económico. **Factor Ambiental:** Empleo, comercio y servicios, turismo, pesca de ribera y de altura.			
Número de Impacto:	**Categoría obtenida en el índice de Significancia.**	**Naturaleza del Impacto:**	
108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123	Baja (110), Moderada (109, 111, 113, 114, 118, 121, 123), Alta (108, 112, 115), Muy Alta (116, 117, 119, 120, 122)	Benéfica.	
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Criterios de evaluación:**	
• Preparación del sitio, • Construcción, • Operación y mantenimiento.	1. Preparación y descontaminación del ex buque (s). 2. Remolque y anclaje de ex buque al sitio de hundimiento. 3. Instalación y retiro de malla antidispersión de contaminantes durante hundimiento de artefactos navales. 6. Creación de arrecife artificial con el hundimiento de ex buque (s) provocado por carga de corte lineal en el casco. 7. Fabricación externa al sitio del proyecto de elementos arrecifales con materiales inertes. 8. Transporte e instalación de elementos arrecifales (museo subacuático y corredores entre ex buques). 9. Instalación de boyas de señalamiento marino y muertos para anclaje de embarcaciones. 10. Etapas futuras de crecimiento del sistema arrecifal artificial de Colima. 11. Prestación de servicios ambientales del sistema arrecifal artificial de Colima. 12. Recorridos náuticos del turismo de aventura. 13. Práctica de buceo en el parque subacuático bajo medidas de turismo sustentable. 14. Vigilancia, monitoreo y mantenimiento preventivo.	• **Magnitud:** Muy bajo a alto • **Extensión espacial:** Bajo a alta • **Duración:** Baja a alta	• **Sinergia:** No. • **Acumulación:** No. • **Controversia:** No existe. • **Mitigación:** No.
Descripción:			
– Las actividades preparatorias, así como las etapas de preparación del sitio y construcción del arrecife (hundimiento de estructuras arrecifales) tendrán un impacto en la economía local por la contratación de prestadores de servicios y actividades comerciales asociadas. – Sin embargo, la economía local y regional se verá impactada de manera indirecta debido a que el sistema arrecifal y su biodiversidad marina asociada serán un atractivo de interés turístico que atraerá visitantes, paseante y practicantes del buceo para conocer el sitio del proyecto. – La atracción de especies pesqueras que tendrán refugio, alimentación o protección de estadios tempranos de crianza, tendrá un efecto positivo con la exportación de biomasa al stock pesquero regional, beneficiando a la actividad pesquera comercial.			

V.7 Ficha de descripción de los impactos adversos identificados por obra o actividad

Obras y/ o actividades del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	No. de impacto	Naturaleza del impacto Adverso (-), Benéfico (+)	Significancia del Impacto ambiental	Efecto
Etapa de preparación del sitio						
	Aire	Calidad de aire	1	(-)	MODERADA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.

1. PREPARACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" (ARE-04) Y "BARANDA" (PO-123).		Ruido	14	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Sustrato marino	Calidad /Caracteristicas fisicoquímicas	35	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Social	Empleo	83	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	94	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	108	(+)	ALTA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
2. REMOLQUE Y ANCLAJE DE LOS EX BUQUES "CORA" (ARE-04) Y "BARANDA" (PO-123). AL SITIO DE HUNDIMIENTO	Aire	Calidad de aire	2	(-)	BAJA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	15	(-)	BAJA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad	26	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Social	Empleo	84	(+)	BAJA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	95	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	109	(+)	MODERADA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
3. INSTALACIÓN Y RETIRO DE MALLA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DURANTE HUNDIMIENTO DE ARTEFACTOS NAVALES	Aire	Calidad de aire	3	(-)	BAJA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	16	(-)	BAJA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	27	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Social	Empleo	85	(+)	BAJA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	96	(+)	BAJA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	110	(+)	BAJA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
4. ASEGURAMIENTO DEL PERIMETRO DE SEGURIDAD PRE-HUNDIMIENTO	Aire	Calidad de aire	4	(-)	BAJA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	17	(-)	BAJA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
5. MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO DE MAMIFEROS Y TORTUGAS MARINOS U OTRA ESPECIE MAYOR (EN SU CASO)	Aire	Calidad de aire	5	(-)	BAJA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	18	(-)	BAJA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	71	(+)	BAJA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Social	Educación ambiental	104	(+)	BAJA	– Generación de conciencia ecológica por el medio marino.
Etapa de construcción						
6. CREACIÓN DE ARRECIFE ARTIFICIAL CON EL HUNDIMIENTO DE EX BUQUE (S) PROVOCADO POR CARGA DE CORTE LINEAL EN EL CASCO	Aire	Calidad de aire	6	(-)	MODERADA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	19	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	28	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	36	(-)	MODERADA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Ambiente costero	Morfología costera	45	(-)	BAJA	– Efectos despreciables sobre la morfología costera.
		Hidrodinámica	48	(-)	BAJA	– Escasas alteraciones a la hidrodinámica (dirección y magnitud de corrientes).
	Flora	Fitoplancton	51	(+)	MODERADA	– La biomasa del arrecife artificial favorecerá los florecimientos y productividad natural.
		Macroalgas	55	(+)	MODERADA	– El sustrato f irme y con condiciones de incidencia adecuada de luz natural a la profundidad de hundimiento favorecerá la colonización de los pecios por micro y macroalgas sobre su superficie.
	Fauna	Zooplancton	61	(+)	MODERADA	– Se favorecerá el incremento del número de consumidores secundarios forrajeros del fitoplancton.

		Fauna bentónica	65	(+)	MODERADA	– El sustrato firme a largo plazo favorecerá la fijación de biota bentónica. – La productividad natural favorecerá la fijación, desarrollo y reproducción de especies bentónicas. – Se generarán cadenas tróficas entre productores primarios, especies forrajeras, carnívoras y detritófagas que habitan la columna de agua y el fondo marino.
		Fauna pelágica	72	(+)	ALTA	– Las redes tróficas que aseguran el sustento alimenticio, la protección del propio arrecife artificial y las condiciones de calidad de agua atraerá la presencia de fauna pelágica en alguna de sus estadios de vida.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	78	(+)	MODERADA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Social	Empleo	86	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	97	(+)	BAJA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	111	(+)	MODERADA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
7. FABRICACIÓN EXTERNA AL SITIO DEL PROYECTO DE ELEMENTOS ARRECIFALES CON MATERIALES INERTES	Aire	Calidad de aire	7	(-)	MODERADA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	20	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	37	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Social	Empleo	87	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	98	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	112	(+)	ALTA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
8. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ARRECIFALES (MUSEO SUBACUÁTICO Y CORREDORES ENTRE EX BUQUES)	Aire	Calidad de aire	8	(-)	MODERADA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	21	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	29	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	38	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Flora	Fitoplancton	52	(+)	BAJA	– La biomasa del arrecife artificial favorecerá los florecimientos y productividad natural.
		Macroalgas	56	(+)	MODERADA	– El sustrato f irme y con condiciones de incidencia adecuada de luz natural a la profundidad de hundimiento favorecerá la colonización de los pecios por micro y macroalgas sobre su superficie.
	Fauna	Zooplancton	62	(+)	BAJA	– Se favorecerá el incremento del número de consumidores secundarios forrajeros del fitoplancton.
		Fauna bentónica	66	(+)	ALTA	– El sustrato firme a largo plazo favorecerá la fijación de biota bentónica. – La productividad natural favorecerá la fijación, desarrollo y reproducción de especies bentónicas. – Se generarán cadenas tróficas entre productores primarios, especies forrajeras, carnívoras y detritófagas que habitan la columna de agua y el fondo marino.
		Fauna pelágica	73	(+)	MODERADA	– Las redes tróficas que aseguran el sustento alimenticio, la protección del propio arrecife artificial y las condiciones de calidad de agua atraerá la presencia de fauna pelágica en alguna de sus estadios de vida.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	79	(+)	MODERADA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Social	Empleo	88	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	99	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	113	(+)	MODERADA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.

9. INSTALACIÓN DE BOYAS DE SEÑALAMIENTO MARINO Y MUERTOS PARA ANCLAJE DE EMBARCACIONES	Aire	Calidad de aire	9	(-)	BAJA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	22	(-)	BAJA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	39	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Social	Empleo	89	(+)	BAJA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
	Económico	Comercio y servicio	114	(+)	MODERADA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
10. ETAPAS FUTURAS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	Aire	Calidad de aire	10	(-)	ALTA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	23	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	30	(-)	MODERADA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	40	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Ambiente costero	Morfología costera	46	(-)	BAJA	– Efectos despreciables sobre la morfología costera.
		Hidrodinámica	49	(-)	BAJA	– Escasas alteraciones a la hidrodinámica (dirección y magnitud de corrientes).
	Flora	Fitoplancton	53	(+)	MODERADA	– La biomasa del arrecife artificial favorecerá los florecimientos y productividad natural.
		Macroalgas	57	(+)	MODERADA	– El sustrato f irme y con condiciones de incidencia adecuada de luz natural a la profundidad de hundimiento favorecerá la colonización de los pecios por micro y macroalgas sobre su superficie.
	Fauna	Zooplancton	63	(+)	MODERADA	– Se favorecerá el incremento del número de consumidores secundarios forrajeros del fitoplancton.
		Fauna bentónica	67	(+)	ALTA	– El sustrato firme a largo plazo favorecerá la fijación de biota bentónica. – La productividad natural favorecerá la fijación, desarrollo y reproducción de especies bentónicas. – Se generarán cadenas tróficas entre productores primarios, especies forrajeras, carnívoras y detritófagas que habitan la columna de agua y el fondo marino.
		Fauna pelágica	74	(+)	ALTA	– Las redes tróficas que aseguran el sustento alimenticio, la protección del propio arrecife artificial y las condiciones de calidad de agua atraerá la presencia de fauna pelágica en alguna de sus estadios de vida.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	80	(+)	ALTA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Social	Empleo	90	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	100	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
	Económico	Comercio y servicio	115	(+)	ALTA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
Etapa de Operación y mantenimiento						
11. PRESTACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA	Aire	Calidad de aire	11	(+)	MUY ALTA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	31	(+)	MUY ALTA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	41	(+)	ALTA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Ambiente costero	Morfología costera	47	(+)	MODERADA	– Efectos despreciables sobre la morfología costera.
		Hidrodinámica	50	(+)	MODERADA	– Escasas alteraciones a la hidrodinámica (dirección y magnitud de corrientes).
	Flora	Fitoplancton	54	(+)	ALTA	– La biomasa del arrecife artificial favorecerá los florecimientos y productividad natural.
		Macroalgas	58	(+)	MUY ALTA	– El sustrato f irme y con condiciones de incidencia adecuada de luz natural a la profundidad de hundimiento favorecerá la colonización de los pecios por micro y macroalgas sobre su superficie.
	Fauna	Zooplancton	64	(+)	ALTA	– Se favorecerá el incremento del número de consumidores secundarios forrajeros del fitoplancton.

		Fauna bentónica	68	(+)	MUY ALTA	– El sustrato firme a largo plazo favorecerá la fijación de biota bentónica. – La productividad natural favorecerá la fijación, desarrollo y reproducción de especies bentónicas. – Se generarán cadenas tróficas entre productores primarios, especies forrajeras, carnívoras y detritófagas que habitan la columna de agua y el fondo marino.
		Fauna pelágica	75	(+)	MUY ALTA	– Las redes tróficas que aseguran el sustento alimenticio, la protección del propio arrecife artificial y las condiciones de calidad de agua atraerá la presencia de fauna pelágica en alguna de sus estadios de vida.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	81	(+)	MUY ALTA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Económico	Pesca ribereña y de altura	122	(+)	MUY ALTA	– La biomasa biótica de interés comercial que encuentre refugio, protección, alimentación o crianza en alguna etapa de su ciclo de vida contribuirá en el enriquecimiento de los stocks pesqueros.
12. RECORRIDOS NAÚTICOS DEL TURISMO DE AVENTURA	Aire	Calidad de aire	12	(-)	ALTA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	24	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	32	(-)	MODERADA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	42	(-)	MODERADA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Social	Empleo	91	(+)	MUY ALTA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	101	(+)	ALTA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
		Educación ambiental	105	(+)	MODERADA	– Generación de conciencia ecológica por el medio marino.
	Económico	Comercio y servicio	116	(+)	MUY ALTA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
		Turismo	119	(+)	MUY ALTA	–
13. PRÁCTICA DE BUCEO EN EL PARQUE SUBACUÁTICO BAJO MEDIDAS DE TURISMO SUSTENTABLE	Agua	Calidad del agua	33	(-)	MODERADA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	43	(-)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Flora	Macroalgas	59	(-)	MODERADA	– Existe potencial de daño por las actividades de buceo deportivo.
	Fauna	Fauna bentónica	69	(-)	MODERADA	– Existe potencial de daño o depredación de especies bentónicas por las actividades de buceo deportivo.
		Fauna pelágica	76	(-)	MODERADA	– Existe potencial ahuyentamiento o daño de especies pelágicas por las actividades de buceo deportivo.
	Social	Empleo	92	(+)	ALTA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	102	(+)	MUY ALTA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
		Educación ambiental	106	(+)	MODERADA	– Generación de conciencia ecológica por el medio marino.
	Económico	Comercio y servicio	117	(+)	MUY ALTA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
		Turismo	120	(+)	MUY ALTA	– El artefacto arrecifal artificial y la riqueza natural que será atraído y generado en el lugar será un incentivo a la actividad turística de aventura.
14. VIGILANCIA, MONITOREO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Aire	Calidad de aire	13	(-)	MODERADA	– Emisión de gases a la atmósfera (CO, NOx y SOx) por el uso de maquinaria pesada.
		Ruido	25	(-)	MODERADA	– Emisión de ruido de las plantas motrices de la maquinaria pesada.
	Agua	Calidad del agua	34	(+)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación del agua por residuos.
	Sustrato marino	Calidad /Características fisicoquímicas	44	(+)	BAJA	– Susceptibilidad de contaminación de sustrato marino por residuos de manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos.
	Flora	Macroalgas	60	(+)	MODERADA	– La colonización y desarrollo biótico del arrecife artificial debe ser monitoreado, así como las actividades de turismo asociadas para conocer su impacto.

						– Se deben aplicar además medidas de mantenimiento preventivo para mantener las condiciones adecuadas.
	Fauna	Fauna bentónica	70	(+)	MODERADA	– La colonización y desarrollo biótico del arrecife artificial debe ser monitoreado, así como las actividades de turismo asociadas para conocer su impacto. – Se deben aplicar además medidas de mantenimiento preventivo para mantener las condiciones adecuadas.
		Fauna pelágica	77	(+)	MODERADA	– La colonización y desarrollo biótico del arrecife artificial debe ser monitoreado, así como las actividades de turismo asociadas para conocer su impacto. – Se deben aplicar además medidas de mantenimiento preventivo para mantener las condiciones adecuadas.
	Paisaje	Vista panorámica y de interés (submarina)	82	(+)	MODERADA	– Creación de altas expectativas por historia asociada al artefacto naval arrecifal y biodiversidad atraída que contrasta con las planicies arenosas submarinas existentes en el sitio del proyecto.
	Social	Empleo	93	(+)	MODERADA	– Generación de empleo por actividades asociadas.
		Calidad de vida	103	(+)	MODERADA	– Mejora de la calidad de vida por disponibilidad de empleos que satisfacen las demandas elementales de la población.
		Educación ambiental	107	(+)	BAJA	– Generación de conciencia ecológica por el medio marino.
	Económico	Comercio y servicio	118	(+)	MODERADA	– Incentivo a la actividad comercial y de servicios asociada al proyecto.
		Turismo	121	(+)	MODERADA	– El artefacto arrecifal artificial y la riqueza natural que será atraído y generado en el lugar será un incentivo a la actividad turística de aventura.
	Económico	Pesca ribereña y de altura	123	(+)	MODERADA	– La biomasa biótica de interés comercial que encuentre refugio, protección, alimentación o crianza en alguna etapa de su ciclo de vida contribuirá en el enriquecimiento de los stocks pesqueros.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales descritos en el Capítulo V de la presente MIA-P, se determinaron los efectos adversos más relevantes derivados de la ejecución de las distintas fases del proyecto. Estos impactos fueron utilizados como criterio para el diseño de las medidas orientadas a la prevención y mitigación ambiental dentro del área de influencia directa.

Las estrategias de prevención y mitigación comprenden un conjunto de acciones planificadas con antelación, cuyo propósito es evitar, minimizar o corregir los efectos negativos sobre el entorno. Estas medidas responden a un enfoque integral que contempla la implementación de políticas, lineamientos,

obras y acciones específicas, dirigidas a reducir los impactos ambientales identificados. Su aplicación está prevista a lo largo de todas las etapas del proyecto, desde la fase de diseño, hasta las fases de construcción, operación y mantenimiento.

VI.1.1 Programa de ejecución de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales para las etapas preliminar, preparación del sitio y construcción (hundimiento de los ex buques y artefactos arrecifales artificiales).

En este capítulo se detallan los protocolos de prevención y mitigación de impactos ambientales aplicables a las etapas de limpieza y preparación del casco de los ex-buques, preparación de los sitios y construcción, y las tres fases del proyecto.

Las operaciones de limpieza y adecuación de los ex buques no se llevarán a cabo en la ubicación final del proyecto; sino sé que se realizarán en el Centro de Reparaciones del Puerto de Manzanillo en la Región Naval IV en el estado de Colima. Dichas actividades se regirán por estrictos procedimientos de gestión ambiental, para garantizar el cumplimiento normativo y minimizar la huella ecológica.

Como resultado de estos procesos, el proyecto iniciará con dos embarcaciones debidamente tratadas, libres de residuos peligrosos y agentes contaminantes, para no afectas la calidad ambiental del microhábitat perteneciente al SAAC y salvaguardar la integridad de los usuarios.

La fase 1 del proyecto considera el hundimiento de los ex-buques como medio de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima. En el caso de la fase 2 los artefactos navales serán de una menor dimensión. Mientras que, la en la fase 3 las esculturas arrecifales serán fabricadas fuera del polígono del SAAC, con materiales que resulten inertes al medio, con fines de colonización biótica.

Programa de ejecución de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales para las etapas preliminar, preparación del sitio y construcción (hundimiento del ex buque y artefactos arrecifales artificiales).

Etapa	Medida a supervisar	Medida de Referencia	Plazo de ejecución	Sistema de Gestión Ambiental	Responsables
LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL EX BUQUE					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Limpieza de los ex buques o artefactos navales. – Extracción de líquidos y residuos peligrosos. – Retiro de materiales contaminantes. – Adecuación de los ex buques para generar rutas seguras de buceo, y propiciar el paso la masa de agua circundante. – Estabilidad de los cascos para su remolque seguro.	– Retiro total de contaminantes. – Protocolo de descontaminación. – Acta de conformidad de limpieza (ex buques) emitido por el Comité Interinstitucional. – Materiales no contaminantes o inertes (estructuras o esculturas arrecifales artificiales). – La opinión técnica de la condición de los cascos por SEMAR.	– Previo al remolque de los ex buques al sitio del proyecto.	– Supervisión por expertos. – Certificado de limpieza y descontaminación.	– Subsecretaría de Turismo del Estado de Colima. – Secretaría de Marina. – Supervisión ambiental, por IMADES.
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Acopio temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normativa para evitar contaminación del medio ambiente.	– Residuos catalogados como peligrosos según la NOM-052-SEMARNAT-2005	– Aplicable durante todo el plazo de ejecución de las actividades de limpieza y adecuación de los ex buques.	– Contratación de prestador de servicios ambientales autorizado. – Manifiestos de entrega, transporte y recepción de RP.	– Contratista encargado de realizar los trabajos de limpieza y acondicionamiento de los ex buques. – Supervisión por el Subcomité técnico.
MANEJO DE RESIDUOS DE SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME)					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Acopio temporal, transporte y disposición final de RSU y RME de manera responsable para evitar contaminación del medio ambiente.	– Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima.	– Aplicable durante todo el plazo de ejecución de las actividades de limpieza y adecuación de los ex buques. – Aplicable durante el plazo requerido para la elaboración de figuras escultóricas del museo subacuático.	– Contratación de prestador de servicios ambientales autorizado. – Manifiestos de correcta disposición de residuos.	– Contratista encargado de realizar los trabajos de limpieza y acondicionamiento de los ex buques. – Contratista encargado de elaborar obras escultóricas arrecifales. – Supervisión por el Subcomité técnico.
FONDEO DEL EX BUQUE EN EL SITIO DE HUNDIMIENTO					

– Preliminar.	– Ubicación del sitio mediante sistemas de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés). – Instalación de muertos para amarre de proa y popa de los ex buques. – Instalación de boyas perimetrales, boyas de señalamiento de pecios con funcionalidad para el amarre de embarcaciones.	– Comprobación física mediante instrumentos de geolocalización.	– Días programados para el remolque y fondeo de los ex buques en el sitio de hundimiento.	– Supervisión de la ejecución de la actividad. – Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	– Capitanes de las embarcaciones encargadas de remolcar los ex buques al sitio de fondeo y hundimiento. – Secretaría de Marina. – Subcomité de maniobras de hundimiento y señalamiento.
INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES					
Preparación del sitio.	– Instalación de barrera de contención de contaminantes para evitar la dispersión de una potencial fuente de residuos peligrosos no detectada en el momento de la limpieza de los ex buques.	– Despliegue correcto al perímetro previamente establecido para los ex buques. – Supervisión en tiempo real de presencia/ausencia de hidrocarburos. – Sistema de bombeo de emergencia para extraer contaminantes.	– Al menos cuatro horas previas a las ceremonias de hundimiento de los ex buques.	– Supervisión de la ejecución de la actividad. – Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	– Secretaría de Marina. – Prestador de servicios de barrera de contención.
AHUYENTAMIENTO DE FAUNA MARINA PREVIO AL HUNDIMIENTO					
– Preparación del sitio.	– Fauna marina (especies carismáticas). – Monitoreo visual con ayuda de binoculares de la presencia / ausencia de especies carismáticas.	– Se tendrá disponible una embarcación rápida para ahuyentar especies de fauna marina carismática que puedan ser avistadas en un periodo de una hora previa al hundimiento de los ex buques y en un radio de 100 m. – En caso de presentarse especies como mamíferos o tortugas marinas, se harán recorridos en zigzag o circular en embarcaciones marinas para que el ruido y turbulencia provocado las aleje. – No se considera a las aves como parte del monitoreo, toda vez que son especies con alta capacidad de	– Una hora previa al hundimiento de los ex buques. – Nota: si en un lapso de 15 min previos a la ejecución del hundimiento se registra la presencia de alguna especie, se deberá retrasar la actividad para permitir ejecutar las actividades de ahuyentamiento de la fauna.	– Monitoreo visual. – Actividades de ahuyentamiento de la fauna marina.	– Secretaría de Marina.

		desplazamiento ante la presencia humana.			
PERÍMETRO DE SEGURIDAD					
– Preparación del sitio.	– Establecer perímetro de seguridad a las embarcaciones menores presentes en el evento de hundimiento. – Este será en un radio de 250 m del ex buque para permitir ejecutar las tareas de ahuyentamiento de especies marinas y el hundimiento propio del pecio.	– SEMAR tendrá disponible una embarcación rápida de apoyo para estas tareas. – Se solicitará a capitanes de embarcaciones menores mantener la distancia de seguridad indicada.	– Cuatro horas previas al hundimiento de los ex buques.	– Presencia activa de la autoridad naval. – Monitoreo visual.	– Secretaría de Marina.
VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DEL EX BUQUE TRAS EL HUNDIMIENTO					
– Operación y mantenimiento.	– Realizar buceo de verificación de la orientación de los pecios posterior a su hundimiento.	– Se realizará buceo en el sitio del hundimiento para verificar la orientación aproximada de los pecios.	– Hasta 3 meses posteriores al hundimiento.	– Monitoreo visual subacuático. – Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	– Secretaría de Marina. – Subsecretaría de Turismo del Estado de Colima.

VI.1.2 Programa de Manejo Ambiental (PMA) para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Se implementará un **Programa de Manejo Ambiental (PMA)** bajo un enfoque de prevención y mitigación de impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento. Este instrumento contempla los siguientes componentes:

i. Acuerdos interinstitucionales.
ii. Componente de turismo sustentable.
iii. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.
iv. Componente de difusión, educación ambiental, capacitación e investigación.
v. Componente de monitoreo ambiental permanente.
vi. Componente de vigilancia ambiental.
vii. Evaluación y seguimiento del Programa de Manejo Ambiental.

Para mayor detalle se pueden consultar el **ANEXO 8. Programa de manejo ambiental.**

Desarrollo de las medidas de los componentes del Programa de Manejo Ambiental.

I. Acuerdos interinstitucionales.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
-Acuerdos Interinstitucionales en los temas de interés del proyecto.	-Turismo sustentable -Seguridad. -Inspección ambiental. -Educación ambiental e investigación.	-Formalización de acuerdos de colaboración para asegurar el desarrollo sustentable del SAAC.	-Subsecretaría de Turismo (SUBSECTUR COLIMA).	Primer año del proyecto	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

II. Componente de turismo sustentable.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Conservación ambiental	-Buenas prácticas ambientales de actividades acuáticas y de navegación	-Determinar rutas de buceo y zonas de exclusión. -Determinar el aforo del SAAC. -Hacer uso de las boyas de amarre; prohibido anclarse al fondo marino.	-SUBSECTUR COLIMA - IMADES -Empresas de buceo locales -Usuarios del SAAC	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC -Capacitación y difusión de disposiciones.

		-Uso de boyas para indicar presencia de buzos en la zona. -NO tocar, descansar o pararse sobre el arrecife. -NO desprender la biota marina del pegada a los pecios. -No usar protectores solares y repelentes de insectos químicos. -Contar con licencias de buceo vigentes.			
	-Zona libre de pesca	-Solicitud de restricción de pesca en el polígono del SAAC	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales -INAPESCA	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC
Manejo de residuos	-Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	-Contar con contenedores con tapa y debidamente a bordo de la embarcación. -Indicar a los turistas la ubicación de los contenedores al inicio del viaje. -Queda prohibido arrojar residuos al agua. -Correcta disposición de los residuos sólidos al f inalizar el viaje por los prestadores de servicios o sitios autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

	-Gestión de Residuos Peligrosos (RP)	- No arrojar RP al agua considerados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. - Disponer de contenedores de sellado herméticos para su disposición. - Pilas y aparatos electrónicos en desuso deben ser tratados como RP. - No realizar trabajos de mantenimiento en altamar. - No desechar aguas de sentina en el sitio del proyecto. -Disponer adecuadamente los RP a través de empresas especializadas autorizadas.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental
Manejo de combustibles y lubricantes	-Manejo seguro de combustibles y lubricantes.	-Uso de envases plásticos o metálicos de sellado hermético. -Extremar cuidados durante el traslado y trasvase de combustibles y lubricantes.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	-Supervisión ambiental. -Evidencia documental. -Informe ambiental.
Aguas residuales	-Gestión de aguas residuales de uso sanitario y doméstico (aguas negras y grises).	-No desechar aguas sanitarias en el sitio del proyecto. -Disponer las aguas sanitarias en sitios permitidos o través de prestadores de servicio autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

III. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Gestión de contingencias ambientales	-Derrames de hidrocarburos	-Reportar a las autoridades: SEMAR, PROFEPA y SUBSECTUR COLIMA. -Emplear cercos de contención y retirar con materiales absorbentes de hidrocarburos. -Depositar los RP en contenedores sellables. -Disponer los RP con prestadores de servicios autorizados. -Aplicar las medidas de mitigación y compensación ante posibles daños ambientales.	-Empresas de buceo locales -Autoridad ambiental competente	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe Ambiental -Reportes
Gestión de contingencias meteorológicas	-Huracanes -Marejada intensa	-Atender las medidas previstas por SEMAR y Protección Civil. -Prohibir actividades acuáticas en el sitio.	-Empresas de buceo locales -SEMAR. -Protección Civil. -SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Reportes -Boletines oficiales

Emergencias de las embarcaciones	-Averías mecánicas, vías de agua, hundimiento, etc.	-Alerta temprana a la base operativa de la empresa prestadora de servicios turísticos. -Alerta a SEMAR. -Llamado de emergencia, en su caso.	-Empresas de buceo locales -SEMAR	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.
Emergencias médicas.	-Ahogamiento por inmersión. Problemas de salud.	-Alerta a la autoridad de puerto. -Llamado de emergencia, en su caso, a Protección Civil.	-Empresas de buceo locales - Protección Civil.	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.

IV. Componente de difusión, educación ambiental, capacitación e investigación.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Investigación científica	-Líneas de investigación	-Desarrollar investigaciones científicas para determinar los cambios en el ecosistema después del hundimiento de los barcos.	-Universidad de Colima.	Periódico (cada año)	-Evidencia documental -Informe ambiental

Difusión ambiental	-Campañas de sensibilización digitales -Medios impresos -Educación ambiental	-Producción de videos cortos e infografías publicadas por redes sociales y páginas web. -Carteles, manuales, trípticos, etc. -Pláticas y talleres. -Éstos contemplarán la descripción de los servicios ambientales prestados sistema, biota marina y arrecifes artificiales como modelo de desarrollo sustentable y otros temas asociados.	-SUBSECTUR COLIMA -H. Ayuntamiento Manzanillo -IMADES	Permanente	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.
Capacitación	-Capacitación a operadores turísticos	-Formación en medidas de turismo sustentable, atención ante contingencias, reglas de operación del SAAC y otros.	-SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Cursos especializados -Evidencia documental
Educación ambiental	-Creación de un repositorio de especies avistadas	-Implementar un sistema logístico de compilación de información.	-IMADES -SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	-Base de datos pública. -Evidencia documental.

	-Conversatorios alusivos al desarrollo del proyecto	-En colaboración con IMADES y Universidad de Colima elaborar contenido referente al cuidado del medio ambiente marino			-Informe ambiental

V. Componente de monitoreo ambiental.

a. *Subprograma de monitoreo del ambiente costero.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Ambiente costero.	-Orientación de los pecios.	-Dirección de la orientación longitudinal de los pecios.	-Realizar batimetría detallada con sonda multihaz. -Elaborar un plano cartográfico que incluya los rumbos de orientación. -Análisis de la deriva angular del pecio respecto a su posición original (en su caso).	-Inicial (al mes del hundimiento) -Semestrales años 1y 2).	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Morfología costera.	-Batimetría	-Batimetría detallada con sonda multihaz.	-Semestrales años 1y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Oceanografía física	-Oleaje (intensidad y dirección).	-Modelación de la intensidad del oleaje y posible refracción de su dirección.	- Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental

		-Corrientes (modelación numérica).	-Modelación esperada de corrientes dominantes.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Modelación de transporte sedimentario.	-Modelación esperada del transporte litoral de sedimentos (escenarios con y sin proyecto) en temporadas invernal y de verano. -Validación y calibración con muestras sedimentarias en el sitio de estudio.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría.
	– Sustrato marino	-Granulometría.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de granulometría.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Contenido de materia orgánica.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de contenido de materia orgánica.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Análisis CRIT (NOM-054 SEMARNAT-2005).	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de la prueba CRIT según NOM-054-SEMARNAT-2005 en laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).	Anual años 1 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
	–Productividad primaria	-Método de la botella clara y oscura (Gaarner y Gran, 1927)	-Recolecta de muestras de agua a diferentes profundidades. -Incubación de muestras en botellas claras y oscuras.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.

b. *Subprograma de monitoreo de la calidad de agua.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Calidad de agua	-Parámetros fisicoquímicos "in situ".	-Temperatura (°C), salinidad (ppm), pH, oxígeno disuelto (mg/L), turbidez y transparencia (secchi).	-Campaña de registro de parámetros ambientales in situ con ayuda de sonda multiparamétrica y disco de secchi.	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP). -Instituciones de investigación
	-Parámetros analizados en laboratorio.	-Nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. -Demanda bioquímica de oxígeno. -Sólidos suspendidos totales. Parámetros de la NOM-001- SEMARNAT-2021.	-Campaña para toma de muestras. -Análisis en laboratorio acreditable ante la EMA. -Análisis según parámetros de la NOM- 001-SEMARNAT-2021	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP (no acreditado) -Instituciones de investigación. -Laboratorio acreditado
	-Análisis Bacteriológico	-Enterococos	-Campaña de colecta de muestras	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP -Instituciones de investigación
	-Químicos Persistentes (CRIT)	-Metales Traza (Fe, Cu, Cd, Químicos orgánicos	-Campaña para colecta de muestras. -Laboratorio acreditado ante la EMA (CRIT)	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Laboratorio acreditado

c. *Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina del ex - buque.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Colonización de los pecios		-Distribución y cobertura de organismos bioincrustantes.	-Monitoreo mensual con reportes Semestrales	-IMADES, Universidad de Colima y otras	-Informe ambiental. -Reporte

	Organismos bentónicos.	-Registro de biota nociva, exótica o invasora. -Abundancia, densidad y biodiversidad coralina.	-Los establecidos en la resolutiva del MIA.	instituciones educativas. -IOP.	-Evidencia fotográfica.
	Atracción de peces y otros organismos nectónicos.	-Abundancia, densidad y biodiversidad	-Monitoreo mensual con reportes semestrales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Fitoplancton y zooplancton	-Distribución y abundancia.	-Monitoreo cuatrimestral con reportes anuales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

d. *Subprograma de monitoreo de turismo sustentable.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Residuos	-Residuos suspendidos en el agua. -Basura en el fondo marino.	-Abundancia relativa de residuos -Peso.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Rastros de pesca	-Presencia de redes, o equipos de pesca en el sitio del arrecife artificial.	-Número de elementos.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

Anclaje fuera del área destinada para fondeo	-Fondeo fuera del área destinada	-Evidencia de anclaje fuera del área destinada o directamente en el arrecife artificial.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Daño al arrecife	-Retiro de partes de los pecios que forman el arrecife artificial	-Superficie dañada total. -% de superficie dañada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

VI. Componente de vigilancia ambiental.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Vigilancia ambiental	Seguimiento al cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental propuestas en la MIA-P, resolutivo ambiental y el presente programa de manejo ambiental.	-Supervisión ambiental. -Vigilar el cumplimiento de: oComponente de ejecución de las medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales. oComponente turismo sustentable. oComponente de atención a	-SUBSECTUR COLIMA. -Supervisor ambiental.	-Programa de trabajo anual por 5 años. -Mantener medidas de vigilancia ambiental periódica durante la etapa de operación y mantenimiento.	-Informe ambiental -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		contingencias ambientales y otras emergencias. o Componente de difusión, educación, capacitación e investigación. oComponente de monitoreo ambiental. -Valoración integral del programa de manejo. -Diagnosticar de manera integral el avance del proyecto. -Elaboración de reportes a la autoridad ambiental.			
Control de embarcaciones que ingresan al SAAC	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones	-Monitoreo remoto en tiempo real. Propósito: Garantizar el control y monitoreo de las embarcaciones (de recreo, buceo, investigación, etc.) que ingresen al polígono del SAAC; las cuales además de cumplir los requisitos impuestos por la Capitanía Regional del Puerto de	-SUBSECTUR COLIMA. -Capitanía Regional del Puerto de Manzanillo. -Estación Naval de Búsqueda y Rescate de la Secretaría de Marina (ENSAR).	-Desarrollo inmediato del sistema y monitoreo de embarcaciones 6 meses posterior al inicio del proyecto.	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		Manzanillo, deberán contar con los medios de localización y telemática necesaria para monitorear en tiempo real su ingreso y estancia en el SAAC.			

VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental (incluye monitoreo ambiental).

El Programa de Vigilancia Ambiental está contenido en el componente de vigilancia ambiental del **Programa de Manejo Ambiental** del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima en el puerto de Manzanillo.

VI.2.1 Monitoreo ambiental.

El Programa de Monitoreo Ambiental Permanente está contenido en el componente de monitoreo ambiental del **Programa de Manejo Ambiental** del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima a través de los hundimientos de los ex buques "Baranda" (PO-123) y "Cora" (ARE-04), en el puerto de Manzanillo, Colima. Los términos de referencia para su ejecución se encuentran detallados en el **ANEXO 9. Programa de monitoreo permanente.**

VI.2.2 Planes de prevención y manejo de contingencias ambientales.

Este apartado está contenido en el componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias del **Programa de Manejo Ambiental** del proyecto de creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima

VI.3 Seguimiento y control.

El componente de evaluación y seguimiento del **Programa de Manejo Ambiental** dará alcance a la condición ambiental y el desarrollo de la colonización de especies marinas en un arrecife artificial a través del hundimiento de los ex buques, "Baranda" (PO-123) y "Cora" (ARE-04), en el puerto de Manzanillo, Colima y el resto de los artefactos arrecifales que integrarán el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para las fianzas.

En el documento íntegro del **ANEXO 10. Estudio técnico económico** se respaldan los costos estimados para la realización de las medidas de control, prevención y mitigación ambiental presentadas en la Manifestación de Impacto Ambiental; el cual se desglosa por conceptos y anualidades que se requieren para realizar todos y cada uno de las acciones y programas ambientales considerados en Programa de ejecución de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales para las etapas preliminar, preparación del sitio y construcción, así como del **Programa de Manejo Ambiental** para la etapa de operación y mantenimiento.

La Tabla XLIV y Tabla XLV resumen los montos de inversión global y anualizado de los programas antes citados. A partir del año dos solo aplica el control de residuos y monitoreo. El monto de las fianzas se fijará de acuerdo con el monto total calculado de manera anual. Cabe señalar que las inversiones de los programas se deberán actualizar con la confirmación de nuevos ex buques o artefactos que se calendaricen para hundimiento a corto y mediano plazo. No se incluyen de momento hasta tener dicha confirmación.

Tabla XLIV. Resumen del presupuesto de las principales partidas para la ejecución de las medidas de control, prevención y mitigación ambiental en 5 años para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
A.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN							
I.	LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"	$3,902,420.00						

II.	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)	$269,640.00						
III.	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME).	$26,460.00						
IV.	UBICACIÓN DEL SITIO DE HUNDIMIENTO Y FONDEO DE LOS EX BUQUES MEDIANTE MUERTOS.	$762,364.00						
V.	INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES.	$358,448.00						
VI.	AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS PREVIO A LOS HUNDIMIENTOS.	$5,650.00						
VII.	PERIMETRO DE SEGURIDAD.	$27,120.00						
VIII.	VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS EX BUQUES TRAS SU HUNDIMIENTO.	$12,000.00						
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2			
I.	ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES	$17,000.00		$17,000.00		$17,000.00	$17,000.00	$17,000.00
II.	COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE	$347,140.00	$34,000.00	$30,820.00	$34,000.00	$64,820.00	$64,820.00	$64,820.00
II.1	CONSERVACIÓN AMBIENTAL	$303,320.00	$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
II.2	GESTIÓN DE RESIDUOS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUSTRATO MARINO	$43,820.00		$30,820.00		$30,820.00	$30,820.00	$30,820.00
III.	COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES U OTRAS EMERGENCIAS	$90,544.00		$90,544.00		$90,544.00	$90,544.00	$90,544.00
IV.	COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN	$176,000.00		$176,000.00		$176,000.00	$176,000.00	$176,000.00
IV.1	DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	$117,000.00		$117,000.00		$117,000.00	$117,000.00	$117,000.00
IV.2	CAPACITACIÓN AMBIENTAL	$25,000.00		$25,000.00		$25,000.00	$25,000.00	$25,000.00
IV.3	INVESTIGACIÓN	$34,000.00		$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
V	COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE	$1,095,838.00	$955,838.00	$1,095,838.00	$955,838.00	$558,158.00	$558,158.00	$558,158.00
V.1	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO	$499,338.00	$455,738.00	$499,338.00	$455,738.00	$55,558.00	$55,558.00	$55,558.00

V.1.1	MORFOLOGÍA COSTERA	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00			
V.1.2	OCEANOGRAFÍA FISICA	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00			
V.1.3	SUSTRATO MARINO	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$35,758.00	$35,758.00
V.1.4	PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	$19,800.00		$19,800.00		$19,800.00	$19,800.00	$19,800.00
V.2	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$104,200.00	$104,200.00	$104,200.00
V.3	SUBPROGRAMA DE COLONIZACIÓN DEL EX - BUQUE	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$251,400.00	$251,400.00
V.4	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$147,000.00	$147,000.00
VI.	COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL		$208,000.00		$208,000.00	$208,000.00	$208,000.00	$208,000.00
VII.	EVALAUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO		$28,700.00		$28,700.00	$28,700.00	$28,700.00	$28,700.00
TOTAL		$7,090,624.00	$2,638,114.00	$1,410,202.00	$1,226,538.00	$1,143,222.00	$1,143,222.00	$1,143,222.00
TOTALES ANUALES			**$9,728,738.00**		**$2,636,740.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**

Tabla XLV. Resumen anualizado del presupuesto global para la ejecución de las medidas de control, prevención y mitigación ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
IMPORTE ANUAL	$9,728,738.00	$2,636,740.00	$1,143,222.00	$1,143,222.00	$1,143,222.00

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Descripción y análisis del escenario actual sin proyecto.

El municipio de Manzanillo se ubica en la región occidental del estado de Colima, entre las coordenadas geográficas 19°27′28.8″ N y 104°18′57″ O. Posee una superficie aproximada de 1,578.4 km² y colinda al norte con el estado de Jalisco, al este con los municipios de Coquimatlán y Minatitlán, al sureste con el municipio de Armería, y al oeste y suroeste con el océano Pacífico.

El litoral de Manzanillo se caracteriza por la presencia de múltiples bahías y lagunas costeras, entre las que destacan, por su relevancia ambiental y

económica, las bahías de Manzanillo y Santiago, así como las lagunas de Valle de las Garzas, Juluapan, San Pedrito y Cuyutlán.

Punta Juluapan, localizada en la porción norte de la bahía de Santiago, Colima, constituye una zona de transición entre el ecosistema marino-costero y el ecosistema terrestre tropical subhúmedo. Esta área presenta una topografía irregular compuesta por afloramientos rocosos, lomeríos costeros y pequeñas planicies colindantes con cuerpos de agua. El sustrato dominante es de origen volcánico, compuesto principalmente por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, con suelos delgados, pedregosos y de escasa capacidad de retención de humedad. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual cercana a los 27 °C y una precipitación promedio de 800 a 1,200 mm, influenciada por el régimen estacional del Pacífico tropical.

Por su compleja interacción entre factores físicos y biológicos, constituye un microhábitat de alta relevancia ecológica, cuya conectividad entre ambientes terrestres y marinos lo convierte en una zona clave para procesos como la reproducción, alimentación y refugio de múltiples especies. La fragilidad de su entorno, aunada a las presiones antrópicas derivadas del turismo, desarrollos inmobiliarios y actividades recreativas, hacen imprescindible considerar medidas de conservación y manejo sustentable para preservar su integridad ecológica.

La bahía de Santiago, donde se encuentra Punta Juluapan, es reconocida como uno de los sitios de mayor atractivo turístico del municipio de Manzanillo, debido a sus aguas tranquilas, paisajes escénicos y amplia oferta de actividades recreativas. De acuerdo con los resultados emitidos por la COFEPRIS durante el periodo vacacional de verano de 2025, las playas monitoreadas en esta bahía fueron clasificadas como aptas para uso recreativo, ya que los niveles de enterococos se mantuvieron por debajo de los límites permisibles establecidos en la normatividad vigente. Aunque no se realizaron

muestreos directos en las inmediaciones exactas donde se proyecta el hundimiento de embarcaciones para la conformación del sistema arrecifal artificial, los datos disponibles de las zonas aledañas sugieren que las condiciones sanitarias del agua son favorables y no representan un riesgo para la salud pública ni para los usos turísticos actuales.

Por último, la instalación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de los ex buques "Cora" y "Baranda" contribuirá no solo a la creación de hábitats marinos, sino también a la resiliencia costera frente al cambio climático. Diversos estudios han demostrado que las estructuras arrecifales, tanto naturales como artificiales, actúan como barreras físicas que reducen la energía del oleaje incidente, lo cual disminuye los procesos erosivos en la línea de costa (Ferrario et al., 2014; Reguero et al., 2015). Se estima que los arrecifes coralinos pueden disipar hasta un 97% de la energía del oleaje superficial, y su presencia reduce en promedio un 86% de la altura de ola que alcanza la costa (Ferrario et al., 2014). En el caso de la Bahía de Santiago, la ubicación seleccionada adyacente a acantilados rocosos permitirá que el arrecife artificial funcione como una barrera sumergida que atenúe la energía del oleaje antes de impactar directamente en los paredones costeros, contribuyendo así a disminuir la erosión y desgaste de la roca, además de proteger los microhábitats asociados a este tipo de litoral.

Frente a los escenarios de cambio climático, caracterizados por el incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas, así como el aumento del nivel del mar (IPCC, 2021), este tipo de infraestructura ecológica representa una estrategia de adaptación basada en ecosistemas. Los arrecifes artificiales generan complejidad estructural que facilita la colonización por corales y algas (Perkol-Finkel & Benayahu, 2007). De esta manera, el Sistema Arrecifal Artificial de Colima no solo fortalecerá la biodiversidad local, sino que también incrementará la resiliencia socioecológica del litoral manzanillense ante los efectos del cambio climático.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El proyecto busca fortalecer el Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC) mediante la incorporación de los ex-buques ex buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) en Manzanillo, Colima., los cuales serán hundidos estratégicamente en la bahía de Santiago, Manzanillo, Colima. Esta acción forma parte de una estrategia de restauración y manejo ambiental orientada a incrementar la complejidad estructural del fondo marino, fomentando así la colonización de especies bentónicas, la agregación de peces y la generación de nuevos espacios para el desarrollo de actividades turísticas sustentables, como el buceo recreativo.

Por otra parte, el interés que puede generar la presencia de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), podría atraer un incremento en el turismo subacuático y recreativo, así como el interés del sector pesquero ribereño. Si bien estas actividades representan una valiosa oportunidad para el desarrollo económico local, también implican riesgos si no se gestionan adecuadamente, como el posible deterioro de las comunidades biológicas que se desarrollen sobre los pecios, la contaminación por residuos sólidos o líquidos, y alteraciones en la sucesión ecológica de las especies.

Ante este escenario, el proyecto contempla un componente robusto de vigilancia y monitoreo ambiental, cuyo objetivo es asegurar que todas las actividades dentro del polígono del SAAC se realicen conforme a la normativa ambiental vigente, evitando prácticas ilícitas como la pesca con artes no selectivas, el uso de carnadas contaminantes o la extracción no autorizada de materiales de los pecios. Con ello, se busca preservar la integridad estructural de los ex buques, proteger las especies marinas asociadas y garantizar que el sitio opere bajo principios de conservación y uso sustentable.

Este enfoque preventivo no solo permitirá mantener el equilibrio ecológico del sistema arrecifal artificial, sino que además asegurará condiciones adecuadas para el turismo de bajo impacto, compatible con la biodiversidad marina. Así, el proyecto no solo representa un beneficio ecológico, sino también una oportunidad para impulsar modelos de manejo responsable en la costa de Manzanillo.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

En el escenario modificado por el proyecto, y considerando las medidas de prevención y mitigación propuestas, se espera alcanzar un desarrollo sustentable con impactos positivos duraderos para las generaciones futuras.

La limpieza y el acondicionamiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), son procesos fundamentales para garantizar que estas estructuras cumplan adecuadamente su función como arrecifes artificiales sin representar un riesgo para el medio marino. La participación activa de la Secretaría de Marina no solo aporta experiencia técnica y operativa, sino que también representa una garantía de cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables. Al concluir estos trabajos, subcomité de limpieza y descontaminación de los cascos encabezado por la SEMAR, IMADES, Subsecretaría de Turismo y autoridades estatales será el responsable de emitir el certificado de limpieza que avale la idoneidad del buque para su hundimiento con fines ambientales.

Aunque estas actividades no se realizarán directamente en el sitio del proyecto, existe el compromiso de llevar a cabo una limpieza exhaustiva en el Centro de Reparaciones Navales Número Catorce (CENREPMANZ 14) Manzanillo, Col. Este proceso incluirá el retiro de residuos de combustibles, aceites lubricantes e hidráulicos, así como de cualquier equipo o material que pudiera representar una fuente de contaminación. Todo residuo generado será manejado, transportado y dispuesto conforme a la legislación ambiental vigente, atendiendo su clasificación como peligroso, de manejo especial o sólido urbano.

En cuanto a la seguridad de los usuarios turísticos, se contempla el acondicionamiento físico de los buques mediante la apertura estratégica de accesos amplios, que permitan tanto una circulación segura de buzos como una adecuada renovación del agua en el interior del casco. Esto contribuirá a evitar zonas anóxicas o la acumulación de gases, favoreciendo el desarrollo saludable de comunidades marinas en su interior.

Una vez que las embarcaciones estén listas para su traslado al sitio de hundimiento, se implementará un programa de ejecución enfocado en minimizar los impactos ambientales durante la preparación del área y el proceso de colocación en el lecho marino. Con estas acciones integradas, el proyecto reafirma su compromiso con la conservación del entorno y la creación de un arrecife artificial funcional, seguro y ecológicamente viable.

Los ex-buques serán remolcados y fondeados desde dos puntos (proa y popa) con el propósito de garantizar una correcta orientación en relación con la dirección predominante del oleaje al momento del hundimiento, evitando así desplazamientos posteriores que puedan comprometer su estabilidad estructural o reducir su vida útil. Asimismo, se implementará un sistema de balizamiento marítimo con el fin de asegurar la seguridad de la navegación en la zona.

Como medida precautoria, se instalará una barrera de contención para evitar la dispersión de contaminantes en caso de que, pese al proceso de limpieza, persistan residuos en depósitos o líneas no detectadas previamente. Se contará también con un depósito vacío disponible para la recuperación inmediata de cualquier sustancia liberada accidentalmente.

Antes del hundimiento, se realizará una prospección del área para detectar la posible presencia de mamíferos marinos, tortugas u otras especies protegidas. En caso de avistamientos, se aplicarán métodos de ahuyentamiento suaves, como el uso de embarcaciones rápidas para generar turbulencia o ruido, a fin de alejar a la fauna y prevenir impactos negativos. La operación se llevará a cabo bajo un perímetro de seguridad coordinado por la Secretaría de Marina, con restricciones al tráfico de embarcaciones menores que serán informadas con anticipación.

Una vez finalizado el hundimiento, se efectuará una inmersión técnica para verificar la correcta alineación del pecio. A partir de este momento, se activará el Programa de Manejo Ambiental, el cual busca asegurar la conservación de los recursos naturales y promover un uso responsable del sitio como atractivo turístico, bajo criterios de sostenibilidad, normatividad vigente y respeto a los ecosistemas marinos presentes.

El Programa de Manejo Ambiental es un conjunto detallado de acciones, que producto de la evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de las actividades del proyecto. Incluye los programas de seguimiento, monitoreo, contingencia, según la naturaleza del proyecto.

Para el presente proyecto el programa de manejo ambiental estará compuesto por los siguientes componentes:

El Programa de Manejo Ambiental es un instrumento técnico integral orientado a garantizar la conservación y aprovechamiento sostenible, minimizando impactos negativos y potenciando sus beneficios ambientales, sociales y económicos.

Para el presente proyecto el programa de manejo ambiental estará compuesto por los siguientes componentes:

1. Acuerdos interinstitucionales.
2. Componente turismo sustentable.
3. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.
4. Componente de difusión, educación, capacitación e investigación.
5. Componente monitoreo ambiental.
6. Componente vigilancia ambiental.

Acuerdos interinstitucionales:

El SAAC se gestionará de forma colaborativa entre instituciones públicas, privadas y académicas, coordinadas por la Secretaría de Desarrollo Económico con asistencia de la Subsecretaría de Turismo, garantizando una implementación eficaz mediante responsabilidades compartidas.

Turismo sustentable:

Se impulsará el turismo de aventura y buceo recreativo como eje de diversificación turística, bajo medidas de regulación y monitoreo que aseguren un uso responsable del arrecife desde su instalación.

Atención a contingencias:

Se diseñarán protocolos para prevenir y responder ante derrames, fenómenos climáticos o accidentes, protegiendo la seguridad de los visitantes y la integridad del entorno marino.

Difusión, educación, capacitación e investigación:

Se fomentará la participación social mediante educación ambiental, capacitación turística y actividades científicas que refuercen la conservación y el compromiso comunitario con el SAAC.

Monitoreo ambiental:

Evaluar de forma permanente las condiciones fisicoquímicas del agua y la evolución biológica del SAAC mediante un sistema de monitoreo estandarizado, que permita identificar la colonización de especies, cambios en la biodiversidad y la calidad del hábitat, para ajustar las estrategias de manejo con base en evidencia científica.

Vigilancia ambiental:

Implementar un sistema de vigilancia permanente y efectiva, tanto en superficie como en el entorno subacuático, que permita garantizar el cumplimiento de las regulaciones establecidas, prevenir actividades ilícitas y asegurar el uso responsable del SAAC por parte de turistas, operadores y actores locales.

Finalmente, se deberá evaluar periódicamente los resultados obtenidos cada año en los indicadores ambientales seleccionados a través de un diagnóstico integral que permita reforzar medidas de prevención o mitigación, implementar nuevas medidas o dar de baja algunas otras sobre una base de información concienzudamente analizada.

VII.4 Pronóstico ambiental

Al ser un proyecto que no implica la construcción de infraestructura costera, sino el acondicionamiento de estructuras navales para su hundimiento controlado en el mar, su implementación en Manzanillo genera impactos ambientales adversos mínimos en magnitud, extensión y duración.

El arrecife artificial ofrecerá un sustrato firme ideal para la colonización de diversas especies bentónicas. La proliferación de micro y macroalgas sobre los cascos de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) estimularán relaciones tróficas que favorecerán el aumento de biomasa. Las condiciones oceanográficas de la costa de Manzanillo permitirán la integración de productores y consumidores primarios a redes tróficas más amplias, atrayendo especies pelágicas y enriqueciendo la biodiversidad local.

Los resultados positivos obtenidos en otros sitios con características similares, como el ex-buque "Santos" en Sonora, dentro del Golfo de California, permiten prever un proceso exitoso de colonización y desarrollo biológico en los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123) como parte inicial del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), con potencial de crecimiento futuro mediante la incorporación de otras estructuras sumergibles.

La inclusión de dos Museos Subacuáticos contribuirá a reducir la presión sobre las zonas más delicadas del arrecife artificial, ofreciendo una alternativa accesible para el turismo masivo mediante buceo libre en áreas poco profundas, con esculturas temáticas que refuercen la educación ambiental y el atractivo visual.

El sector turístico de Manzanillo se verá fortalecido si el destino se consolida como un punto clave para el buceo recreativo. Aunque esto podría generar mayor presión ambiental sobre el SAAC, los posibles impactos negativos son prevenibles y mitigables mediante la aplicación rigurosa del Programa de Manejo Ambiental.

A largo plazo, el SAAC representará una nueva alternativa para diversificar la economía local y regional, fortaleciendo el capital natural y dejando un legado tangible para las futuras generaciones.

En cuanto a la pesca ribereña, deportiva o de altura, la creación de una zona vedada dentro del SAAC no implica la pérdida de oportunidades. Por el contrario, funcionará como refugio y área de crianza de especies en diversas etapas de vida, contribuyendo a la recuperación y sostenibilidad de los stocks pesqueros comerciales en beneficio de los pescadores locales.

Finalmente, la vida útil de las estructuras sumergidas no marcará el fin del arrecife. Con el tiempo, los cascos de los ex-buques acumularán organismos sésiles, mircroalgas, macroalgas, etc., integrándose de forma permanente al

fondo oceánico y modificando positivamente la firmeza del sustrato marino original.

VII.5 Evaluación de alternativas.

El sitio del proyecto fue definido con base en un estudio técnico-científico realizado por el Instituto Oceanográfico del Pacífico, el cual evaluó las condiciones bióticas y abióticas de diferentes zonas para determinar el área más idónea para el hundimiento. La selección final se basó en criterios ecológicos, oceanográficos y de baja presión humana, asegurando así un sitio poco vulnerado, con gran potencial para favorecer la recuperación ambiental del entorno marino.

Además, la ubicación propuesta no interfiere con rutas de navegación comercial o deportiva ni con zonas de pesca activas, lo que minimiza los posibles conflictos de uso. Gracias a este sustento científico y operativo, se espera que la instalación del arrecife artificial en este sitio contribuya significativamente a la mejora del sistema ambiental marino en la región de Manzanillo.

VII.6 Conclusiones

La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), mediante el hundimiento de los ex-buques "Cora" (ARE-04) y "Baranda" (PO-123), promovido por el Gobierno del Estado de Colima a través de la Secretaría de Desarrollo Económico en asistencia de la Subsecretaría de Turismo, demuestra con claridad la factibilidad positiva del proyecto, al considerar de manera integral los impactos ambientales previstos y su capacidad de mitigación.

El sitio fue definido a partir de un estudio técnico-científico realizado por el Instituto Oceanográfico del Pacífico, el cual analizó las condiciones bióticas y

abióticas para seleccionar un área ambientalmente apta, con bajo grado de perturbación y alto potencial ecológico. Esta base científica otorga certeza sobre los beneficios del proyecto y fortalece su legitimidad.

Aunque se identifican impactos adversos durante las etapas de preparación y hundimiento, estos son de baja a moderada significancia, con una duración limitada y plenamente mitigables mediante las acciones propuestas. La limpieza y adecuación del buque, siguiendo estrictos protocolos ambientales, es una fase crítica para asegurar un arrecife funcional y seguro.

En la etapa operativa, el arrecife artificial se convertirá en un sitio clave para el desarrollo del turismo de aventura, especialmente el buceo recreativo, al tiempo que generará servicios ecosistémicos valiosos para el entorno marino. El Programa de Manejo Ambiental asegura que esta actividad se realice de forma responsable, equilibrando la conservación ecológica con el aprovechamiento sustentable.

En conclusión, el análisis costo-beneficio ambiental del proyecto demuestra un impacto neto positivo. El SAAC no solo es viable, sino estratégico para impulsar la biodiversidad marina, promover la educación ambiental y consolidar a Manzanillo como un destino emergente de turismo sustentable y conservación oceánica.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

La información de soporte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental está constituida por información documental de fuentes oficiales, así como del acervo de estudios realizados por la Secretaría de Desarrollo Económico en asistencia de la Subsecretaría de Turismo, para este y otros proyectos específicos. La información cartográfica desplegada proviene de fuentes como GEBCO, NOAA, INEGI, CONAGUA, CONABIO, etc. Los archivos en formato shape

es información pública descargada

de diversas fuentes oficiales como la página del geo portal de información de la CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/), que fueron desplegados y procesados con ayuda de Sistemas de Información Geográficos (Qgis y Google Earth).

El reporte fotográfico se desarrolló de manera digital en el transcurso de la ejecución de trabajos y estudios que sustentan el presente documento. Otra información básica y metodológica ha sido tomada de fuentes bibliográficas que se citan al final del documento.

VIII.1 Presentación de la información

- Anexo 1. Mapa de Ubicación.
- Anexo 2. Nombramiento de Funcionario e Identificación Oficial
- Anexo 3. Estudios Técnicos de Línea Base.
- Anexo 4. Ruta crítica.
- Anexo 5. Fichas técnicas de ex-buques Cora-Baranda.
- Anexo 6. Protocolo estandarizado de limpieza y preparación de ex-buques y artefactos navales.
- Anexo 7. Acta Constitutiva del Comité del SAAC.
- Anexo 8. Programa de Manejo Ambiental.
- Anexo 9. Programa de Monitoreo Permanente.
- Anexo 10. Estudio técnico económico.
- Anexo 11. Memoria fotográfica.

VIII.1.1 Cartografía

Las escalas de la información procesada es el siguiente:

- Datos vectoriales con mapas nacionales de CONABIO: 1:1,000,000.
- Cartas topográficas de INEGI escala 1:250,000.
- Carta General Batimétrica de los Océanos (GEBCO).

VIII.1.2 Fotografías

Consultar **ANEXO 11. Memoria fotográfica.**

IX. Referencias

Baine, M. (2001). Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. Ocean & Coastal Management, 44(3-4), 241-259.

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E. and García, O. 1998. Appraisal of environmental impacts through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53: 91-99.

Bortone, S. A., Brandini, F. P., Fabi, G., & Otake, S. (Eds.). (2011). Artificial reefs in fisheries management. CRC Press.

Bridgewater, P. 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología.

COFEPRIS. 2015. Informe anual de resultados del Programa de Vigilancia de Biotoxinas Marinas en Moluscos Bivalvos. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.

CONAGUA. 2007. Regiones Hidrológicas. Escala 1:250,000. República Mexicana. México, D.F. Subdirección General Técnica.

CONABIO. 2016. La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2020. Sistema de información sobre la biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx

CONANP. 2022. Programa de Manejo del Parque Nacional Zona Marina Arrecifes de Manzanillo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Conoce Manzanillo. 2021. Barco hundido en Manzanillo. Recuperado el 12 de febrero de 2025, de https://www.conocemanzanillo.com/noticias-en-manzanillo/barco-hundido-en-manzanillo/

Datatur. 2024. Indicadores de actividad turística por destino. *Secretaría de Turismo.* https//datatur.sectur.gob.mx

Drius, M., Jones, L., Marzialetti, F., de Francesco, M. C., Stanisci, A., & Carranza, M. L. 2019. Not just a sandy beach. The multi-service value of Mediterranean coastal dunes. Science of the total environment, 668: 1139-1155. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.364

ENCC, 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Gobierno de la República.

FAO. 2015. Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/3/i4356es/i4356es.pdf

Ferrario, F., Beck, M. W., Storlazzi, C. D., Micheli, F., Shepard, C. C., & Airoldi, L. (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. Nature communications, 5(1), 3794.

Flores-Rivera, A., González-Gándara, C., & Ramírez-Hernández, A. 2018. *Evaluación de la calidad ambiental marina en la costa de Colima*. Revista de Ciencias Ambientales, 52(2), 45–60.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 pp.

Hernández, O. I. R. 2013. Turismo deportivo: Promoción para la diversificación de la oferta turística en Manzanillo, Colima. Turismo y Desarrollo.

INECC, 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. 1ª Edición. https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.

INEGI. 2020. Censo de Población y Vivienda 2020: Resultados por localidad. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

INEGI., 2021. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, Serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. 2024. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2024. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Jaume, D., & Duarte, C. M. 2006. Aspectos generales de la biodiversidad en los ecosistemas marinos y terrestres. ISBN. 978-84-96515-26-0.

Lara-Lara, J. R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García-Abad, M. D. L. C., ... & Valdez-Holguín, J. E. 2008. Los ecosistemas marinos. Capital natural de México, 1, 135-159.

Lancin, M. & Carranza, E. A. 1976. Estudio geomorfológico de la bahía y de la playa de Santiago en Manzanillo, Colima. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas; Vol 0 No 2, 1976; 43-66. Recuperado de https://repositorio.unam.mx/contenidos/4121844

Lugo Hubp, J. 1990. Mapa geomorfológico del occidente de la cuenca de México. Investigaciones Geográficas, 1(21). https://doi.org/10.14350/rig.58988

Magrini, A. 1990. Evaluación del impacto ambiental: el método de las redes. Instituto de Investigaciones Ecológicas.

Olivos-Ortiz, A. Quijano-Scheggia, S.I., Pérez-Morales, A., Gaviño-Rodríguez, J. H., Kono-Martínez, T., Pelayo-Martínez, G. C., Ortega-Ortiz, C. D. & Verduzco-Zapata, M. G. 2016. Condiciones hidrográficas en el Pacífico Central Mexicano relacionadas con florecimientos algales en la zona costera de Colima. P. 256-267. En: García-Mendoza, E., Quijano-Scheggia, S.I., Olivos-Ortiz, A. y Núñez-Vázquez, E. J. (eds.). Florecimiento Algales Nocivos en México. CICESE. 438

Ortega-Gutiérrez, F., Sánchez, R., Solís-Pichardo, G., Mora, C., & Alaniz-Álvarez, S. A. (1992). Mapa geológico de la República Mexicana (4ª ed., escala 1:2 000 000). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.

Perkol-Finkel, S., & Benayahu, Y. (2007). Differential recruitment of benthic communities on neighboring artificial and natural reefs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 340(1), 25-39.

Pérez, E. M. C., Molinar, C. M. A., & Alatorre, E. A. G. 2013. Factores que influyen en el comportamiento del consumidor turista: el caso de Manzanillo, México. Teoría y Praxis, (14), 109-139.

POET. 2025. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima. Gobierno del Estado de Colima.

Quiroz-Villanueva, E., Cervantes, O., Olivos- Ortiz, A., Martínez-Díaz, T. 2022. Assessment of the vulnerability of the coastal dunes on the Colima, Mexico coast. Revista Costas, 4(2): 53-76. https://doi.org/10.25267/Costas.2023.v4.i2.0304

Reguero, B. G., Losada, I. J., & Méndez, F. J. (2015). A global wave power resource and its seasonal, interannual and long-term variability. Applied Energy, 148, 366-380.

Rosenzweig, C., G. Casassa, D.J. Karoly, A. Imeson, C. Liu, A. Menzel, S. Rawlins, T.L. Root, B. Seguin, P. Tryjanowski, 2007. Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. p. 79-131. In: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.Sanz, J. 1991. Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Ayala, F. (ed.). Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid. pp. 27-38.

SECTUR. 2014. Programa Sectorial de Turismo 2013–2018. Secretaría de Turismo. https://www.gob.mx/sectur

SEMARNAT. 2013. Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos para el establecimiento y manejo de arrecifes artificiales. Diario Oficial de la Federación.https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5296362&fecha =11/04/2013

SEMARNAT. 2020. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Pacífico Centro. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Silva-Iñiguez, L., Corona, C. G. G., Pérez-López, R., Ramírez, R. C., Mendoza, A. L., & Lizárraga-Arciniega, R. 2007. La gestión integral en playas turísticas: herramientas para la competitividad. Gaceta ecológica, (82), 77-83.

Silva-Iñiguez, L., Gutiérrez-Corona, C. G., Pérez-López, R., Sosa-Avalos, R., & López-Magaña, S. A. 2013. Playas y manejo aptitud recreativa en playas turísticas de Manzanillo, Colima, México. European Scientific Journal.

Secretaria de Turismo. 2013. Informe de la influencia del turismo en 2012. Colima: Secretaría de Turismo.

Svane, I. B., & Petersen, J. K. (2001). On the problems of epibioses, fouling and artificial reefs, a review. Marine ecology, 22(3), 169-188.

Zavala-Hidalgo, J., R. de Buen Kalman, R. Romero-Centeno, y F. Hernández Maguey, 2011. Tendencias del nivel del mar en las costas mexicanas, p. 315-334. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático (segunda edición). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche. 754 p.

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 1. MAPA DE UBICACIÓN

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

Mapa de la ubicación del sitio de estudio en el plano regional

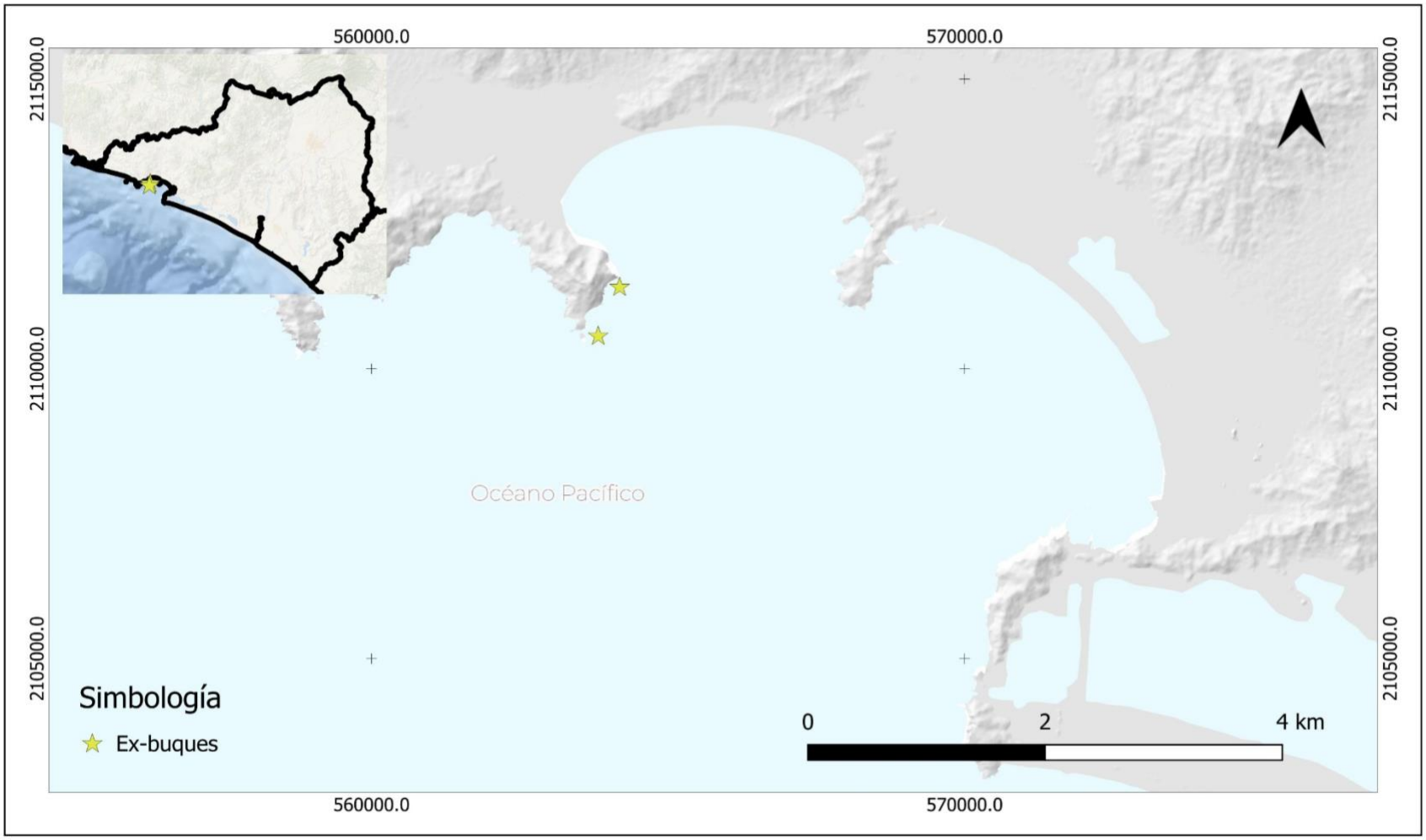


Tabla 1. Puntos de ubicación geográfica de propuesta para el hundimiento de los ex buques.

No.	Artefacto naval	Tipo	Altura (m)	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Profundidad (m)	Referencia
1	PO-Baranda	Patrulla oceánica	5.5	2111408 N	564184 E	20	260
2	ARE-Cora	Remolcador	7.10	2110565 N	563801 E	18	255

Tabla 2. Cuadro de construcción del polígono para el SAAC.

Punto	Lado	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM (13Q) WGS84		Profundidad	Distancia tramo	Rumbo real
		Latitud	Longitud	X	Y			
0	A	19.0866	-104.394167	563732	2110520	14	500	283
1	B	19.0909	-104.393667	563783	2110996	2	200	285
2	C	19.0909	-104.391667	563993	2110997	7	400	286
3	D	19.0944	-104.39066	564097	2111384	2	200	288
4	E	19.0958	-104.389333	564237	2111540	2	200	289
5	F	19.0949	-104.38785	564393	2111441	40	1200	289
6	G	19.0860	-104.392567	563900	2110454	15	200	283
Área: 260,400 m²/ 26.04 ha								

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 3. ESTUDIOS TÉCNICOS DE LÍNEA BASE

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

SECRETARÍA DE MARINA
ARMADA DE MÉXICO
SEXTA REGIÓN NAVAL

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DEL PACÍFICO

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA MARINA, OCEANOGRAFÍA FÍSICA, BIOLÓGICA, CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO EN INMEDIACIONES DEL PROYECTO SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA, MÉXICO.

Manzanillo, Colima, a 18 de febrero del 2025.

INDICE **Pág.**

I. INTRODUCCIÓN 3
II. OBJETIVOS 4
A. OBJETIVO GENERAL 4
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
III. ÁREA DE ESTUDIO 4
IV. METODOLOGÍA 7
A. Calidad del agua marina 7
B. Oceanografía física 7
1. Sustrato marino 7
2. Comportamiento de las corrientes y modelación de oleaje 7
3. Oleaje 7
C. Oceanografía biológica 8
1. Bentos 8
2. Fitoplancton marino 8
3. Clorofila *a* 9
D. Condiciones atmosféricas 9
E. Levantamiento hidrográfico 10
V. RESULTADOS 11
A. Calidad del agua marina 11
1. Temperatura del agua 11
2. Potencial de Hidrógeno 12
3. Salinidad 12
4. Oxígeno disuelto 14
5. Demanda Bioquímica de Oxígeno 14
6. Sólidos Suspendidos Totales 15
7. Nitratos 15
8. Nitritos 16
9. Amonio 16
10. Ortofosfatos 18
11. Eneterococos 18
B. Oceanografía física 20
1. Sustrato marino 20
2. Comportamiento de las corrientes y modelación de oleaje 21
3. Oleaje 21
C. Oceanografía biológica 23
1. Bentos 23
2. Fitoplancton marino 24
3. Clorofila *a* 25
D. Condiciones atmosféricas 26
E. Levantamiento hidrográfico 31
VI. CONCLUSIONES 31
VII. BIBLIOGRAFÍA 33

ANEXOS

I. Resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en Inmediaciones de Punta Juluapan, Col. en enero del 2025.

II. Batimetría Punta Juluapan.

I. INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Marina mediante esfuerzos combinados con otras dependencias de la Administración Pública Federal, Gobiernos de los Estados y de la mano del Sector Privado, trabajan en la implementación del proyecto Sistema Arrecifal Artificial, con el propósito de contribuir con el cuidado del medio ambiente marino.

En el Estado de Colima, se ha instalado el Comité Coordinador para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima, mediante el hundimiento de artefactos navales y/o estructuras prefabricadas, para lo cual ha delimitado un polígono marítimo en inmediaciones de Punta Juluapan, ubicada el Oeste de la Bahía de Santiago en Manzanillo, Colima.

El Instituto Oceanográfico del Pacífico efectuó un monitoreo el día 23 de enero del 2025, con el fin de efectuar toma de muestras y datos para estudio de calidad del agua marina, oceanografía física, biológica, condiciones atmosféricas, así como un levantamiento hidrográfico, con el fin de apoyar en la toma de decisiones del Comité.

Este trabajo presenta una evaluación de la calidad de agua marina valorada mediante colecta de muestras en 5 sitios de muestreo a nivel superficial, análisis de parámetros de temperatura, potencial de hidrógeno, salinidad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, nitratos, nitritos, amonio, ortofosfatos, enterococos, transparencia y profundidad.

Caracterización de la oceanografía física con descripción del sedimento marino, evaluación del comportamiento de las corrientes marinas, así como, modelación del oleaje y descripción de las características de la marea en la zona propuesta para el desarrollo del proyecto.

En cuanto a la oceanografía biológica se presenta un estudio de los organismos bentónicos ubicados en la superficie del suelo marino, valoración de la constitución del fitoplancton marino, concentración de clorofila *a* como un indicador de la productividad y de la biomasa de comunidades fitoplanctónicas.

Por último, la influencia de las condiciones atmosféricas en el área de estudio, así como un levantamiento hidrográfico que expone como resultado el registro de las profundidades en el polígono marítimo propuesto para el hundimiento de artefactos navales y/o estructuras prefabricadas.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Efectuar estudio de calidad del agua marina, oceanografía física, biológica, condiciones atmosféricas y levantamiento hidrográfico en inmediaciones del proyecto Sistema Arrecifal Artificial de Colima, México.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la calidad del agua de mar, los aspectos oceanográficos físicos y biológicos, así como la influencia de las condiciones atmosféricas y las profundidades en el polígono donde se pretende ejecutar el proyecto Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

2. Determinar las características granulométricas del tipo de sedimento.

3. Caracterizar el comportamiento de las corrientes marinas y el oleaje.

4. Describir la presencia de organismos bentónicos y su distribución en el fondo marino.

5. Determinar la abundancia de los principales grupos que integran la comunidad fitoplanctónica e identificar la presencia de especies indicadoras de FAN en el área de estudio.

6. Medir la concentración de clorofila *a* para utilizarla como indicador de la productividad fitoplanctónica.

7. Determinar la influencia que ejercen las condiciones climatológicas en el polígono donde se pretende crear el Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

8. Efectuar el levantamiento hidrográfico en el polígono establecido para el proyecto del sistema arrecifes artificial de Colima (SAAC) para determinar la profundidad del mismo.

III. ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Colima se encuentra ubicado al Occidente de la República Mexicana, en la parte media de la costa meridional del Océano Pacífico y al sur de los volcanes de Colima, Entre los paralelos 18° 41’ 01” y 19° 30’ 45” de latitud Norte y entre los meridianos 103° 29’ 10” y 104° 41’ 04” de longitud Oeste. La zona costera se extiende en una longitud de 157 km, desde los límites con el estado de Michoacán en la desembocadura del río Coahuayana hasta los límites con el estado de Jalisco, marcado por río Marabasco o Chutarán. El municipio de Manzanillo se localiza entre los paralelos 18°56’ y 19°19’ de

latitud norte; los meridianos 104°01’ y 104°42’ de longitud oeste, con una superficie de 1,578.4 kilómetros cuadrados y una elevación de 4 metros sobre el nivel del mar. El clima del municipio de Manzanillo es subhúmedo con temperatura media entre 26 y 28°C, aunque en el verano se han registrado temperaturas más elevadas. La marea es de tipo semidiurna mixta con un intervalo de 70 centímetros en cada día de marea (Gonzáles, 2002). El régimen pluvial medio anual es entre 800 y 1200 milímetros (Guzmán-Nava, 1993). Debido a las características tectónicas, la costa de Colima se distingue por presentar una plataforma continental demasiado estrecha, escarpada y de fondos principalmente rocosos. El comportamiento ambiental de la plataforma continental tiene estrechas relaciones con el clima oceánico, que conjuntamente con el aporte continental determina un ecosistema de considerable importancia y características propias (Amezcua-Linares, 1996).

El perfil costero del Estado de Colima, está caracterizado por un declive pronunciado y un fondo casi uniforme, así como por la presencia de dos cañones submarinos, uno cerca de la bahía de Manzanillo y el otro cerca de Boca de Apiza. Las isobatas son paralelas a la línea de costa hasta los 100 metros de profundidad aproximadamente (Secretaría de Marina, 1973; Macías-Zamora et al., 1985; Galicia y Gaviño, 2001; Rodríguez-Alonso, 2002).

La dinámica oceánica del Pacífico central es compleja, el patrón de circulación presenta importantes cambios durante el ciclo anual y en condiciones especiales relacionadas con fenómenos meteorológicos. El patrón de circulación estacional es el principal factor que afecta las aguas costeras de la zona, la que se incluye en la región tropical del Pacífico Este, entre las corrientes de California en el Norte y la contracorriente Ecuatorial del Sur. Aunque esta es una zona de divergencia e inicio de flujo hacia el Oeste, los movimientos son débiles (Amezcua-Linares, 1996). Por otra parte, el patrón de circulación local en Manzanillo (Figura 2) es originado por viento estacionario en el periodo de febrero a junio y que podría ser con flujo anticiclónico (en el sentido de las manecillas del reloj), ya que los vientos dominantes son del sector Oeste-Noroeste, con velocidad media anual de 5 m/s. En cambio de julio a enero, la Corriente Mexicana suele predominar sobre las corrientes del Norte y por lo tanto en este período la circulación dentro de la Bahía podría ser en el sentido contrario a las manecillas del reloj (Galicia-Pérez, 1987; Gaviño y Galicia, 1993).

Punta Juluapan se ubica en la latitud 19° 05’ N, y longitud 104° 24’ O. Está situada aproximadamente 2.4 millas náuticas hacia el Oeste de Punta Carrizal; entre ambas puntas existen las ensenadas de Carrizal y de Higueras, las cuales están separadas entre si por una punta elevada. A 0.5 millas náuticas hacia el Sur de Punta Juluapan se localizan Los Frailes, constituidos por siete rocas aisladas y acantiladas cuyas alturas varían de 1.5 a 5.8 m, pero como existe bastante profundidad en sus alrededores, los buques pueden pasar muy cerca de ellas por cualquiera de sus lados. (Figura 1).

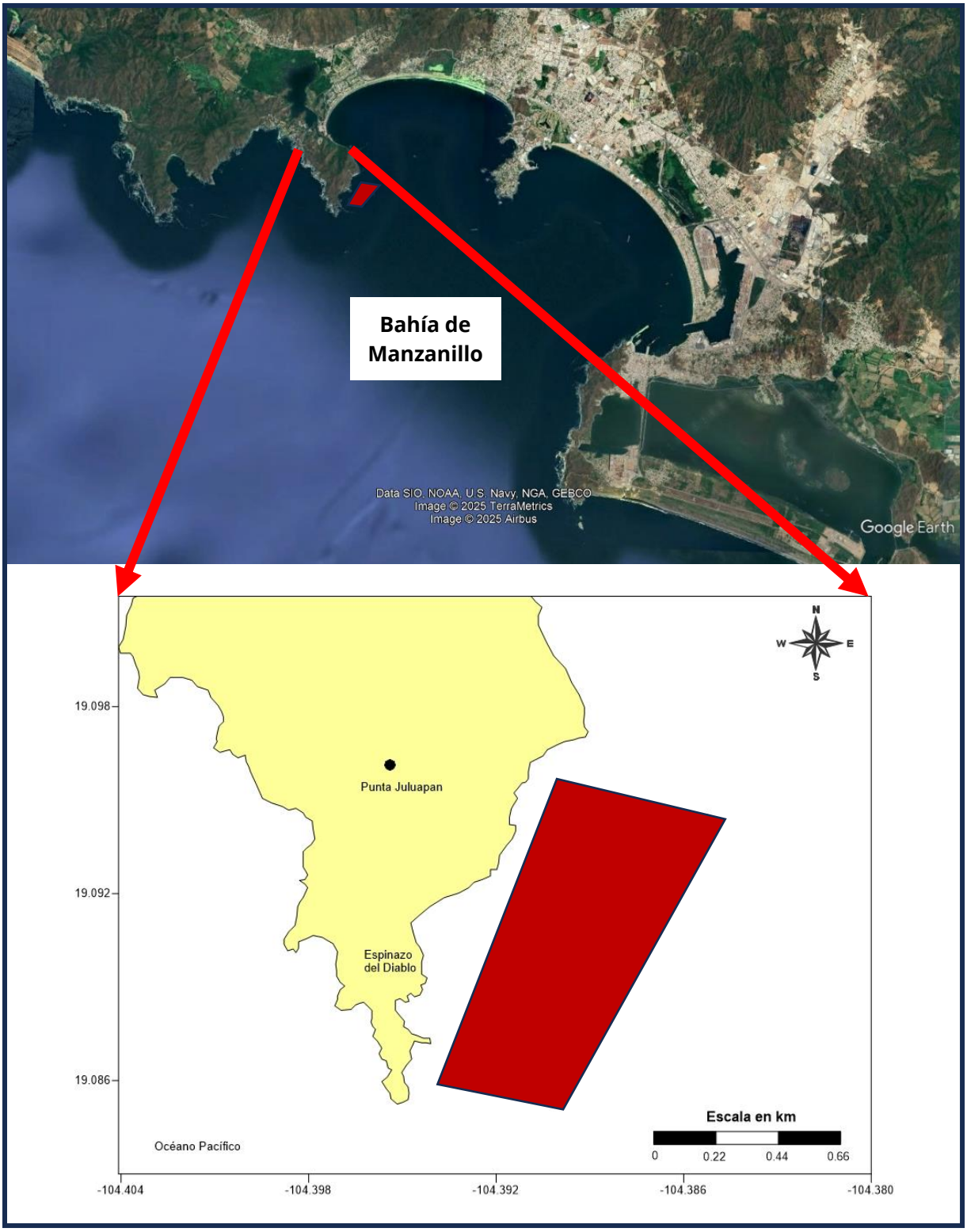


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

IV. METODOLOGÍA

A. Calidad del agua marina

Las muestras de agua de mar se tomaron a nivel superficial con botellas Niskin de 5.0 litros de capacidad, *in situ* fueron tomados los datos de temperatura, potencial de hidrógeno (potenciómetro YSI Pro 10), salinidad (YSI Pro 30), oxígeno disuelto (YSI Pro 20) y transparencia (disco de Sechi); para análisis de laboratorio se colectaron muestras de 1.0 L para la demanda bioquímica de oxígeno, y en botellas separadas de 250 ml para sólidos suspendidos totales y nutrientes (nitritos, nitratos, amonio y ortofosfatos). Para el análisis de los nitratos, estos fueron de acuerdo con la NMX-AA-079-2001 y los nitritos a NOM-AA-154-SCFI-2011; entre tanto, el amonio y los ortofosfatos, fueron determinados de acuerdo con la metodología de Parsons, et al. (1989). Los datos crudos fueron procesados, eliminándose errores analíticos (error de reactivos, error de blancos), como de fabricación (error entre celda y celda). A estos datos corregidos, se les aplicaron descriptores estadísticos básicos. Y finalmente para el graficado de los resultados se les aplicó el programa de interpolación Surfer 9.0, para conocer la distribución espacial.

B. Oceanografía física

1. Sustrato marino

   Para la caracterización granulométrica del tipo de sedimento marino en el área del proyecto, el día 23 de enero de 2025 se colectaron 02 muestras de sedimento por medio de buceo autónomo a una profundidad aproximada de entre 16-18 m, el análisis correspondiente de las muestras se efectuó en el laboratorio del Instituto Oceanográfico del Pacifico, por medio del método de tamizado para la fracción gruesa. Se calcularon los porcentajes de las fracciones del sedimento y se clasificó utilizando la escala granulométrica de Wentworth (1922).

2. Comportamiento de las corrientes y modelación de oleaje

   Para determinar el comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial en el área del proyecto, el día 23 de enero del 2025, se realizaron 7 inmersiones del correntímetro ADP por intervalo de 10 minutos para cada estación a bordo de una embarcación menor, el monitoreo de campo se efectuó en condiciones de reflujo de marea en la interfase de pleamar a bajamar, con la fase lunar en cuarto menguante.

3. Oleaje

   Para visualizar las características del oleaje y el campo vectorial de propagación desde aguas profundas para el mes de enero de 2025 cuando se efectuó el trabajo de campo en el área del proyecto, se efectuó modelación numérica empleando el

modelo NWW3, el cual se basó en 4120 predicciones durante cada 3 horas desde el año 2007, considerando solo el mes de enero de cada año.

C. Oceanografía biológica

1. Bentos

   De acuerdo con Carrasco, Franklin D. (Werlinger, I. Camilo. 2005), se colectaron muestras de sedimento marino (aprox. 1 kg) mediante buceo autónoma SCUBA y levantamiento de videofilmación subacuática con apoyo de una GoPro Hero 3. Las muestras obtenidas fueron preservadas en bolsas de polietileno y fijadas con una solución de formaldehido al 10%, para su posterior análisis en laboratorio. Las profundidades de las tomas de muestras variaron entre los 16 y 18 metros. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio y tamizadas en malla del número 6 con abertura de luz de malla de 3.35 mm. Dichas muestras fueron diluidas con agua corriente recolectándose los organismos de los tamices en cajas de petri, separándose por grupos taxonómicos según sus caracteres compartidos, para después ser observados para su conteo y captura fotográfica a través de un microscopio estereoscopio marca AO 570 Scientific Instruments con poder de resolución de 0.7x a 4.2x. Se establecieron 09 categorías para agrupar a los organismos (Bivalvia, Gastrópoda, Scaphopoda, Vertebrata, Amphipoda, Polychaeta, Ophiuroidae, Malacostraca y Foraminífera), efectuar su conteo individual solo de aquellos organismos completos y reportar el número de individuos establecidos por grupo o categoría con más de 0.5 mm de largo, los cuales son considerados dentro del rango del macrobentos

2. Fitoplancton marino

   Para el análisis de fitoplancton se obtuvieron 250 ml de agua de mar y se les agregó 1 ml de lugol por cada 100 ml de agua con el fin de preservar las especies; para el análisis de clorofila se colectó un litro de agua con botes oscuros y se agregaron 3 gotas de carbonato de magnesio para conservarla, posteriormente se mantuvo en refrigeración y oscuridad

   Las muestras de fitoplancton colectadas, se procesaron de acuerdo a Utermöhl (1958). El frasco de la muestra se homogenizó con movimientos giratorios lentos a fin de no generar turbulencia. La muestra ya homogenizada se depositó lentamente en una cámara tubular compuesta de volumen fijo teniendo cuidado de no provocar la formación de burbujas. Posteriormente se dejó sedimentar por 24 horas en un lugar con temperatura ambiente estable y protegido de la exposición directa de los rayos solares, así como corrientes de aire o perturbación física. Al término del tiempo indicado, se desplazó la cámara tubular con el líquido libre de la composición biológica y la placa de sedimentación se colocó en un microscopio invertido triocular marca IROSCOPE.

La observación e identificación se realizó con el objetivo de 25X cubriendo la totalidad del fondo de la placa de sedimentación y se anotó en bitácora el nombre de las especies, así como la cantidad de veces que se observó en la muestra. El número contabilizado de cada una de las especies se convirtió en concentración por unidad de volumen con la siguiente fórmula: N= X * [(A * d) / a * V)]; donde:

N= Número de células en un litro de agua (Cel·L-1) .
X= Total de especies contabilizadas en la cámara.
A= Área total de la cámara.
d= Especies contabilizadas en el campo óptico
a= Área del campo óptico.
V= Volumen de la muestra sedimentada en la cámara.

3. Clorofila *a*

Para determinar la clorofila *a,* se filtró un litro de agua de mar utilizando filtros GF/F de 47 mm de diámetro y 0.45 µm de tamaño de poro. La clorofila *a* del fitoplancton retenido en los filtros GF/F, se colocaron en tubos para centrífuga de 15 ml a los cuales se les agregó 10 ml de acetona al 90% para comenzar la extracción del pigmento, inmediatamente se guardaron los tubos en refrigeración y en oscuridad por un periodo de 24 horas (Venrick y Hayward, 1984). Posteriormente los tubos se centrifugaron a 3500 rpm por 15 minutos, se decantó parte del sobrenadante en una celda de cuarzo de 10 ml. Para medir la concentración del pigmento se empleó un espectrofotómetro de rayos UV visible marca Thermo Scientific modelo Genesys 20, registrando las lecturas de la densidad óptica establecidas por Strickland y Parsons (1972) que consisten en 664, 647 y 630 nm. La clorofila *a* se calculó en base al método de Parsons et al. (1989); con la expresión:

C= 11.6 * A 664 – 1.31 * A 647 – 0.14 * A 630
Cl a (mg m-3) = Ca v V-1.

Donde Ca es el valor obtenido de las distintas longitudes de onda, v es el volumen del solvente utilizado en la extracción (10 ml de acetona al 90%), V-1 es el volumen filtrado de la muestra, expresado en litros.

D. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Para el análisis de las condiciones meteorológicas en el polígono propuesto para la creación del arrecife artificial, se utilizaron datos oficiales obtenidos del sitio web oficial de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), institución reconocida como la autoridad meteorológica en México. La elección de esta fuente se fundamenta principalmente en que la CONAGUA cuenta con registros históricos confiables y estandarizados de más de 30 años, lo que cumple con el período climatológico establecido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para garantizar la

representatividad y estabilidad de los datos en su Manual sobre el Clima Global (WMO-No. 1203). Estos registros incluyen información detallada sobre precipitaciones, temperaturas, evapotranspiración y eventos extremos como ciclones y huracanes, permitiendo un análisis robusto de las condiciones climáticas y su influencia en el área de estudio.

Adicionalmente, se complementó la información con datos obtenidos del sitio web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) para el análisis de la actividad ciclónica en la región de estudio.

E. LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO

El levantamiento hidrográfico se efectuó el día 23 de enero del 2025, con base en lineamientos de la publicación especial número 44, sexta edición "Normas de la Organización Hidrográfica Internacional para los levantamientos hidrográficos", siendo del orden tipo 1a, mediante el empleo de una ecosonda R2 SONIC 2024.

El levantamiento fue georeferenciado con los siguientes datos geodésico: Datum horizontal WGS-84; Cuadrícula UTM Norte y Zona 13. Los datos obtenidos fueron procesados mediante los softwares: Sonic Control 2000, para el control de la ecosonda R2 Sonic 2024; MV-POSView para el control del sistema inercial de Applanix y HYPACK 2023, para la adquisición, registro, procesamiento y presentación de datos, en una Computadora PANASONIC portátil de uso rudo (Toughbook CF-31).

Se utilizó una ecosonda multihaz, Marca R2 Sonic 2024, Frecuencia 200-400Khz, Ancho de barrido: 160º con un alcance vertical (Profundidad maxima) de 200 metros, con compensación por balanceo, cabeceo y guiñada (roll-pitch-yaw) y por asentamiento (heave) a través de un sistema inercial Applanix POS/MV compuesto por MRU y 2 Antenas GPS, así como un sensor de la velocidad del sonido en superficie, complemento de la ecosonda multihaz. (Figura 2).



Figura 2. Ecosonda R2 Sonic 2024.

Con el fin de corregir desviaciones producidas por la diferencia de densidad en el agua se mide la velocidad del sonido en el agua, siendo esta una relación entre salinidad y

temperatura del agua. De esta manera el programa HYPACK hace los ajustes necesarios en cada estrato para con dicha corrección garantizar que la medición sea una línea sin desviaciones atípicas.

Para la compensación del balanceo, cabeceo y guiñada se empleó MRU de la misma ecosonda, contemplado dentro de su sistema inercial, mismo que fue empleado durante el desarrollo de todo el levantamiento.

La obtención de la velocidad del sonido fue hecha con el apoyo de un SVP (Perfilador de Velocidad del Sonido) marca Valeport swift. Con un alcance de profundidad máxima de 500 m conectado por medio de bluetooth. (Figura 3).



Figura 3. Perfilador de sonido marca Valeport swift.

V. RESULTADOS

A. CALIDAD DEL AGUA MARINA

1. Temperatura del agua

   La temperatura superficial registró un promedio de 26.4 ± 0.1°C. Se determinó el valor menor en el sitio de muestreo 6 con 26.3°C; y el valor mayor se detectó en sitio de muestreo 7 con 26.6°C; ambos sitios se ubicaron al sur del área de estudio.

Las temperaturas detectadas fueron homogéneas al mostrar un rango de 0.3ºC, mismas que se consideran normales para la época del año. (Figura 4).

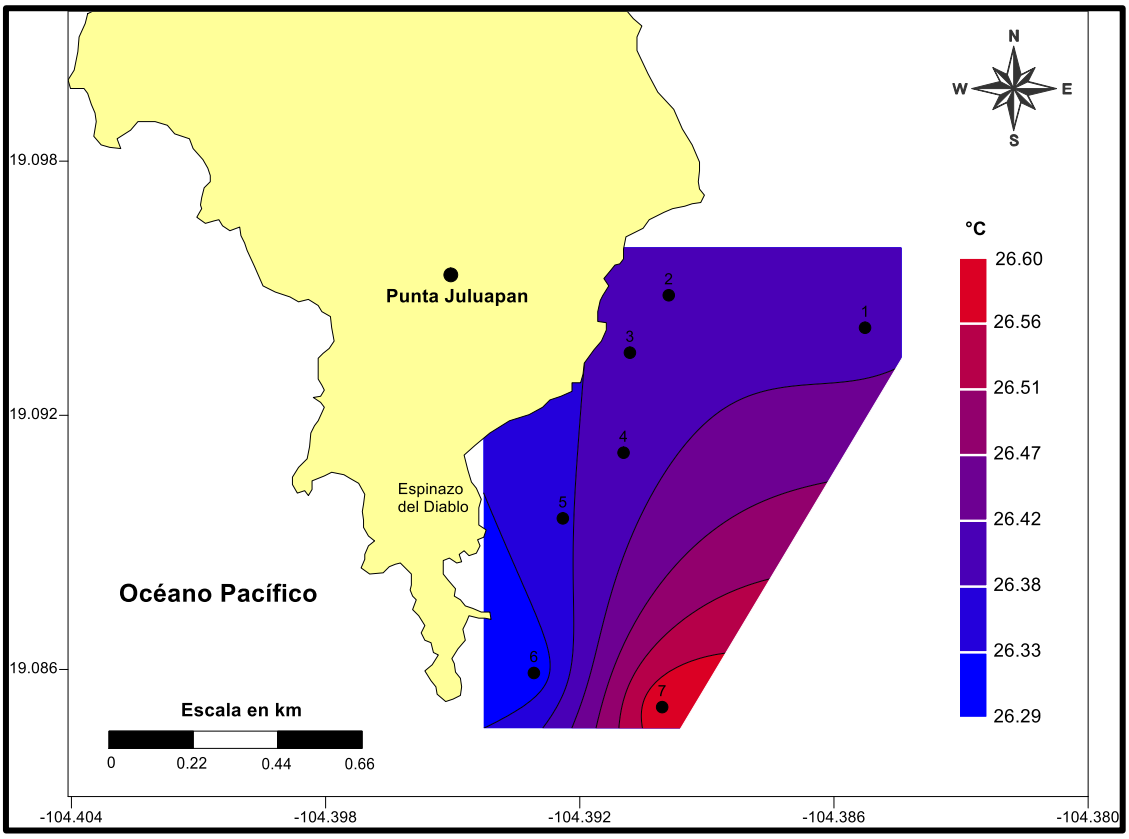


Figura 4. Distribución de temperatura.

2. Potencial de Hidrógeno

El potencial de Hidrógeno presentó un valor promedio de 8.55 ± 0.03; el valor menor se determinó en el sitio de muestreo 7 con 8.49 pH y la mayor en las estaciones 1 y 2 con 8.58 pH. El área se encontró muy homogénea al determinarse un rango de 0.09 pH. Los valores del potencial de Hidrógeno detectados se consideran dentro de los valores normales para agua de mar (7.80 a 8.60 pH). Se detectó un gradiente, incrementándose del sur al norte. (Figura 5).

3. Salinidad

Este parámetro ambiental presentó una concentración promedio de 34.82 ± 0.04 ppm; la concentración menor se determinó en los sitios de muestreo ubicados en el extremo norte y sur (1, 2, 6, 7) con 34.80 ppm; entre tanto, la mayor se detectó en 4, localizado al centro del área de estudio con 34.9 ppm. Se detectó un rango de 0.10 ppm. (Figura 6).

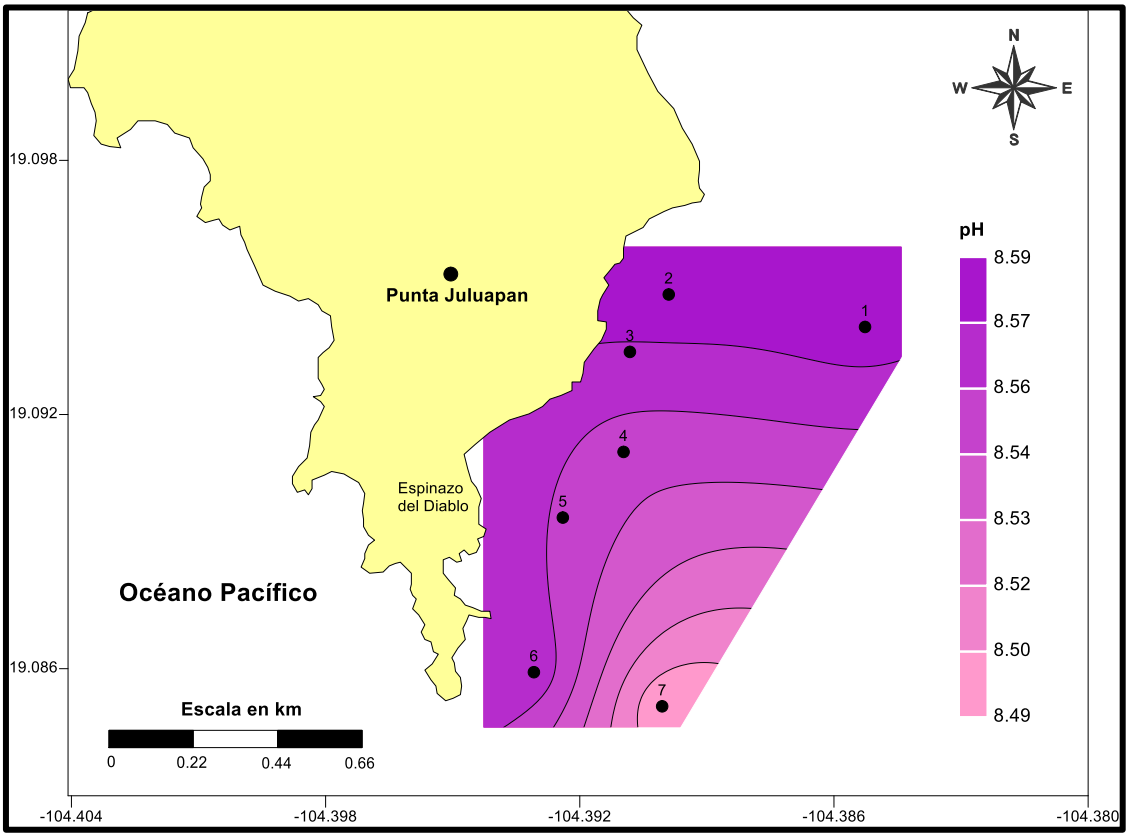


Figura 5. Distribución del potencial de Hidrógeno.

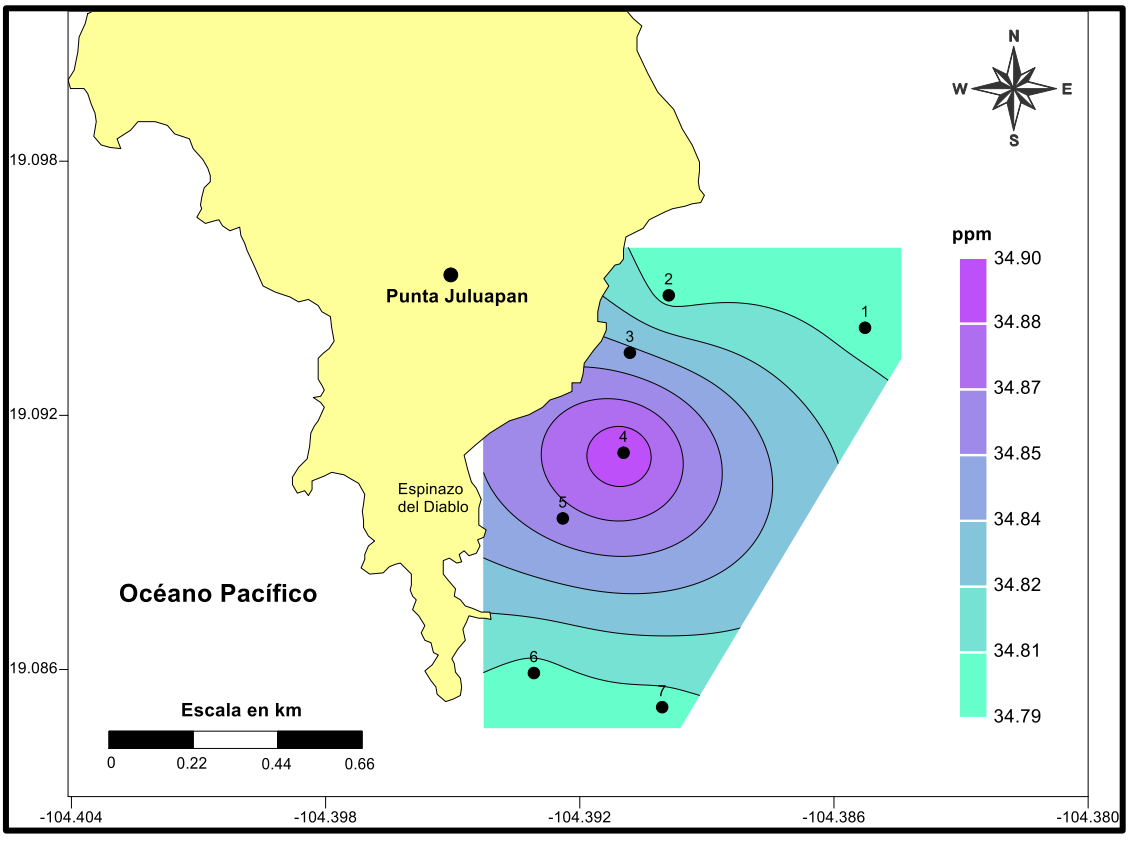


Figura 6. Distribución de salinidad.

4. Oxígeno disuelto

La concentración del oxígeno disuelto presentó un valor promedio de 5.69 ± 0.29 mg/L. La concentración menor se determinó en el sitio de muestreo 1, localizado al norte del área de estudio y retirado de la costa con un valor de 5.33 mg/L; la mayor se determinó en 7 con 6.06 mg/L (ubicado al sur y alejado de la costa). Todos los sitios de muestreo se determinaron por encima del límite permisible (>5.0 mg/L) establecido en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001-89) para Protección de la Vida Acuática en aguas marinas. Particularmente la zona costera presenta aguas bien oxigenadas, principalmente debido a la hidrodinámica del lugar (corrientes y oleaje). (Figura 7).

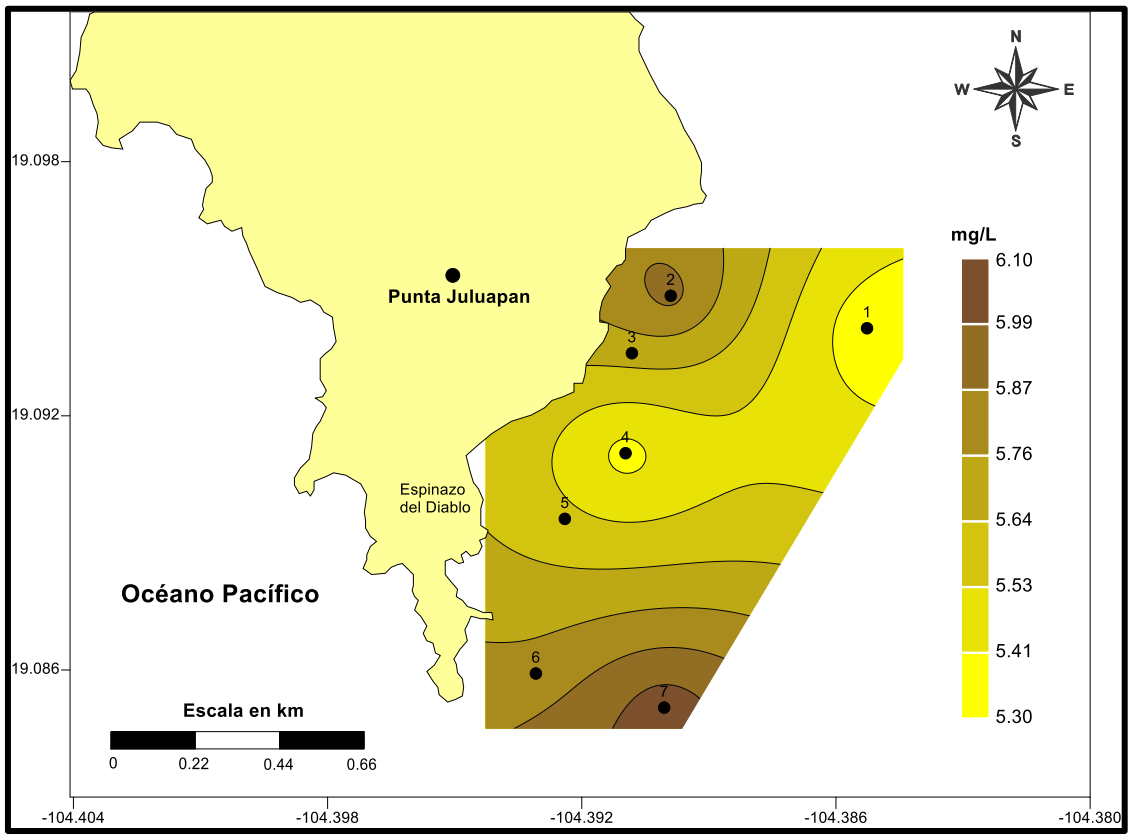


Figura 7. Distribución de Oxígeno disuelto.

5. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Se detectó una concentración promedio de 6.39 ± 1.10 mg/L. La concentración menor se determinó en el sitio 1 con 5.42mg/L; en cambio, la mayor se detectó en 4 con 8.20 mg/L. Las concentraciones encontradas para la DBO_5 registraron valores altos; esto debido, en gran medida a la presencia de materia orgánica en el agua subsuperficial. En general, la parte central del área de estudio registró la mayor demanda de oxígeno. El rango determinado fue de 2.78 mg/L, indicando una alta variabilidad para un área pequeña. (Figura 8).

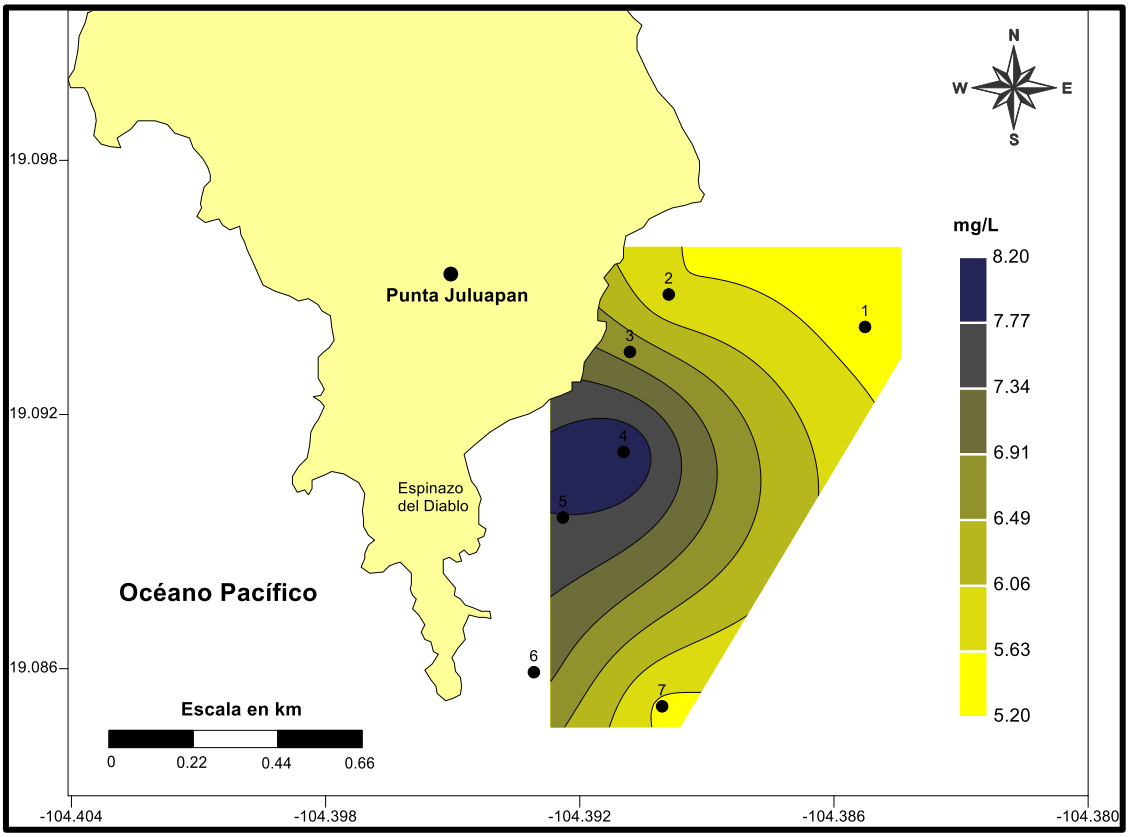


Figura 8. Distribución de la demanda bioquímica de Oxígeno.

6. Sólidos Suspendidos Totales

La concentración promedio de los sólidos suspendidos totales fue de 54.7 ± 27.0 mg/L. La concentración menor se detectó en el sitio 2 con 34.0 mg/L; mientras que, la mayor se determinó al centro del área (4) con 108.0 mg/L. Se detectó un rango de 74 mg/L, constatando la variabilidad determinada en la DBO. (Figura 9).

7. Nitratos

El material nitrogenado en forma de nitratos presentó una concentración promedio de 1.520 ± 0.398 mg/L. Se determinó la concentración menor en los sitios 1 y 2 con valores menores de 1.207 mg/L; en cambio, la concentración mayor se detectó en 6 con 2.140 mg/L. Se detectó un gradiente de concentración aumentando de norte hacia el sur. La concentración de nitratos en el área de estudio rebasó el valor de referencia (<0.04 mg/L) en promedio 38 veces, según los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001-89). Se encontró un rango de 1.058 mg/L. Indicando condiciones no aptas para el buen desarrollo de los organismos acuáticos del lugar. (Figura 10).

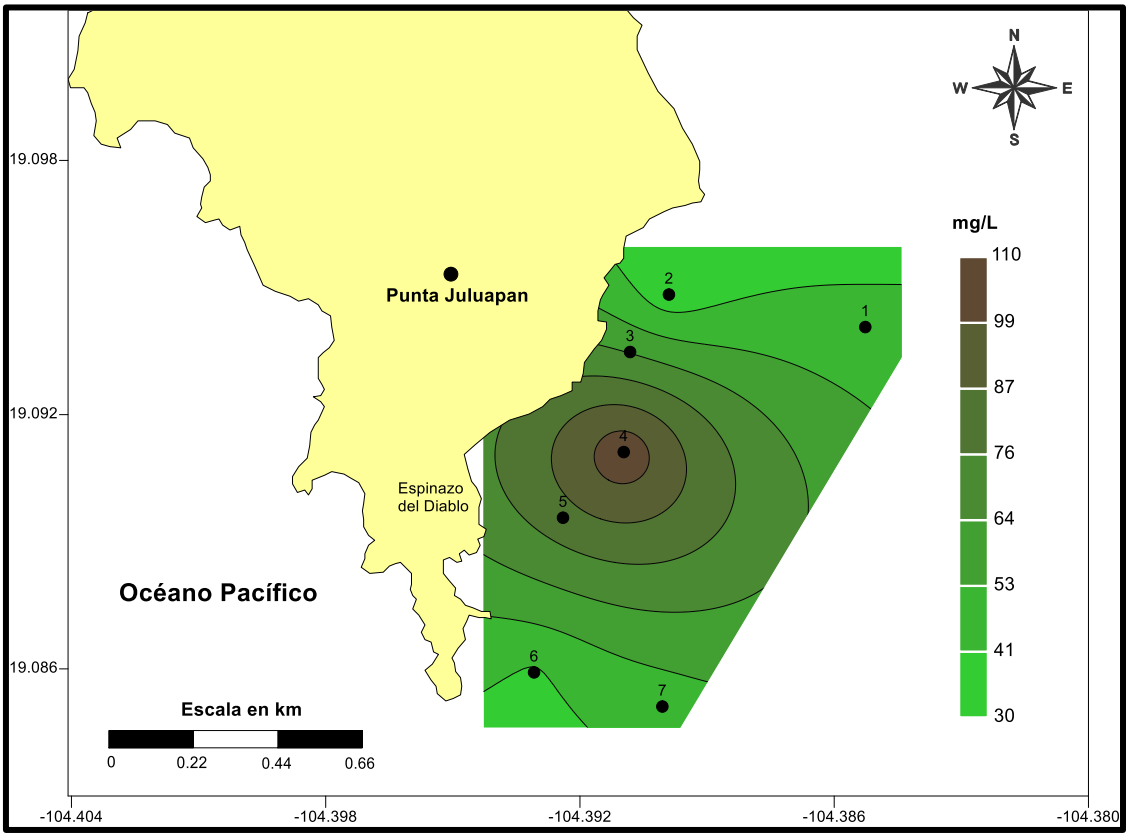


Figura 9. Distribución de sólidos suspendidos totales.

8. Nitritos

La concentración promedio fue de 0.004 ± 0.002 mg/L. La menor concentración se determinó en el sitio de muestreo 1 con 0.002 mg/L; mientras que, la mayor concentración se detectó en sitio 6 con 0.008 mg/L. Todos los sitios excedieron el límite permisible (<0.002 mg/L) en promedio 2.5 veces, según los Criterios Ecológicos (CE-CCA-001-89) para protección de la vida acuática en aguas marinas. Siendo el sitio de muestreo 6 (ubicado en la costa, en el extremo sur), quién excedió el valor de referencia más veces, con un promedio de 4.0 veces. En general, la concentración de nitritos se incremento de norte a sur y siguiendo el contorno de la costa. (Figura 11).

9. Amonio

En este indicador ambiental se estableció una concentración promedio de 0.032 ± 0.015 mg/L. La concentración menor se determinó en el sitio de muestreo 1 con 0.013 mg/L; en tanto que, la mayor se encontró en 7 con 0.050 mg/L. La concentración de este nutriente para todos los sitios de muestreo rebasó el límite permisible (<0.01 mg/L) un promedio de 3.8 veces, según los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001-89) para Protección de la Vida Acuática en aguas marinas, indicando condiciones no aceptables para el buen desarrollo de los organismos acuáticos en el lugar. Se determinó un rango de 0.037 mg/L. (Figura 12).

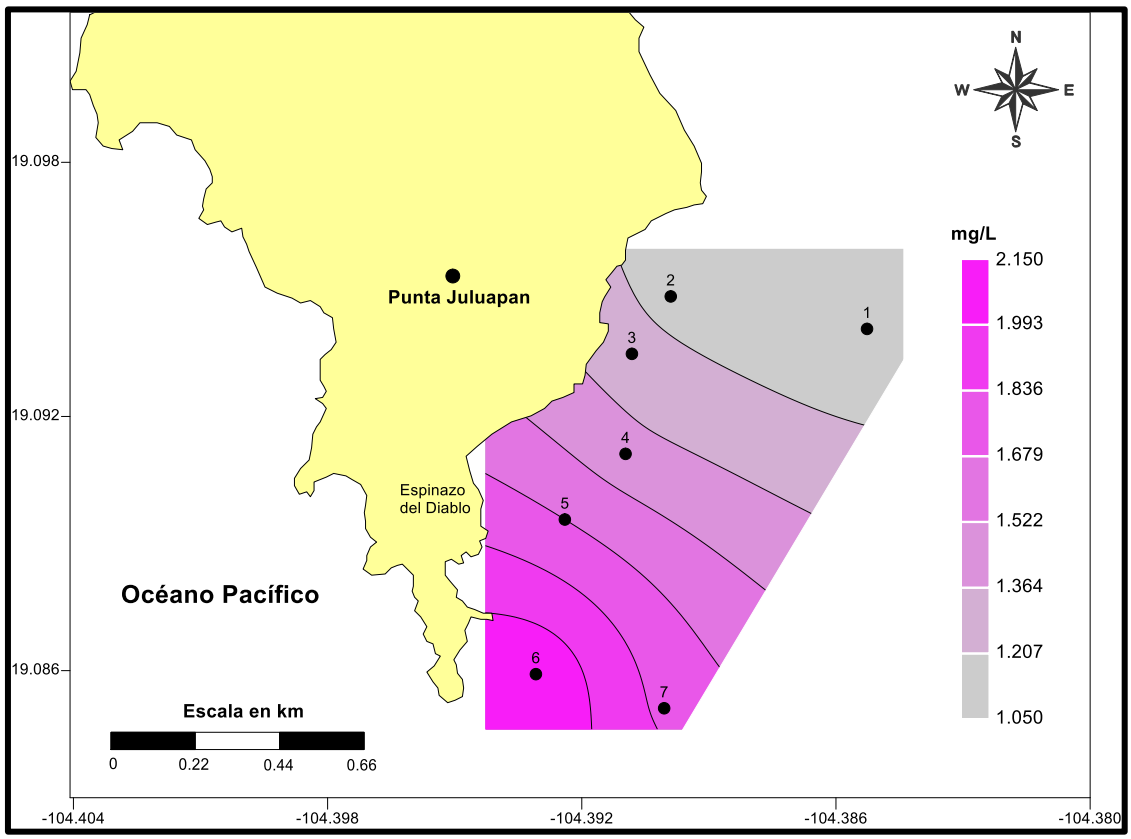


Figura 10. Distribución de nitratos.

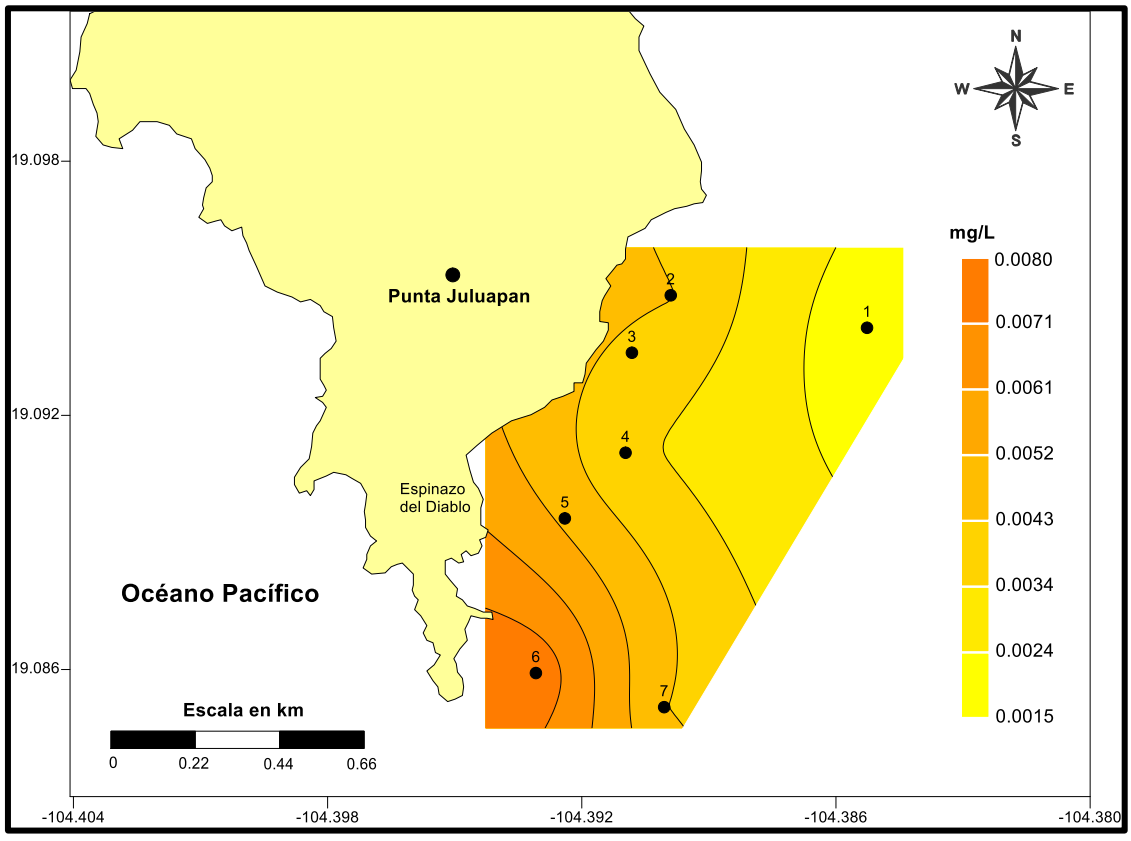


Figura 11. Distribución de nitritos.

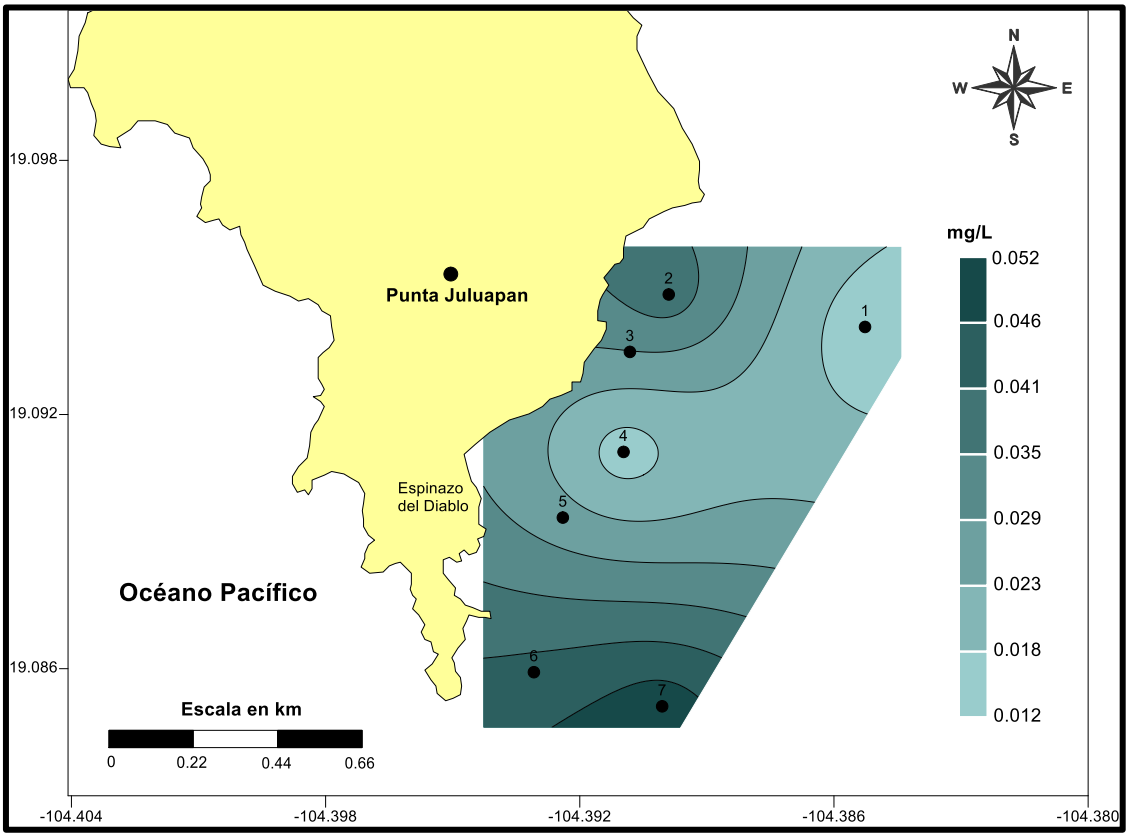


Figura 12. Distribución de amonio.

10. Ortofosfatos

La concentración promedio de este nutriente fue de 0.088 ± 0.013 mg/L. La concentración menor se determinó en el sitio de muestreo 1 con 0.067 mg/L; en tanto que, el valor mayor se encontró en sitio 6 con 0.105 mg/L. Se determinó un gradiente de concentración, incrementándose de norte a sur. Según los CE-CCA-001-89, todos los sitios de muestreo se encontraron por encima del límite máximo indicado (<0.002 mg/L) en promedio 44 veces, indicando condiciones no aceptables para el buen desarrollo de los organismos acuáticos en el lugar. Se detectó un rango de 0.038 mg/L. (Figura 13).

11. Enterococos

La calidad sanitaria del agua fue aceptable, al determinarse una media geométrica de 86 NMP/100 ml. Todos los sitios de muestreo se encontraron con una densidad por debajo del límite permisible (<200 NMP/100 ml); indicando que no hay riesgo para la salud de los bañistas como para los organismos acuáticos del lugar, según el Manual Operativo: monitoreo de agua de contacto primario en el agua de mar de playas y cuerpos de agua dulce, para uso RCP, emitido por la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (SS-COFEPRIS, 2023). La densidad mayor se detectó en el sitio 2 con una densidad de 156 NMP/100 ml. (Figura 14).

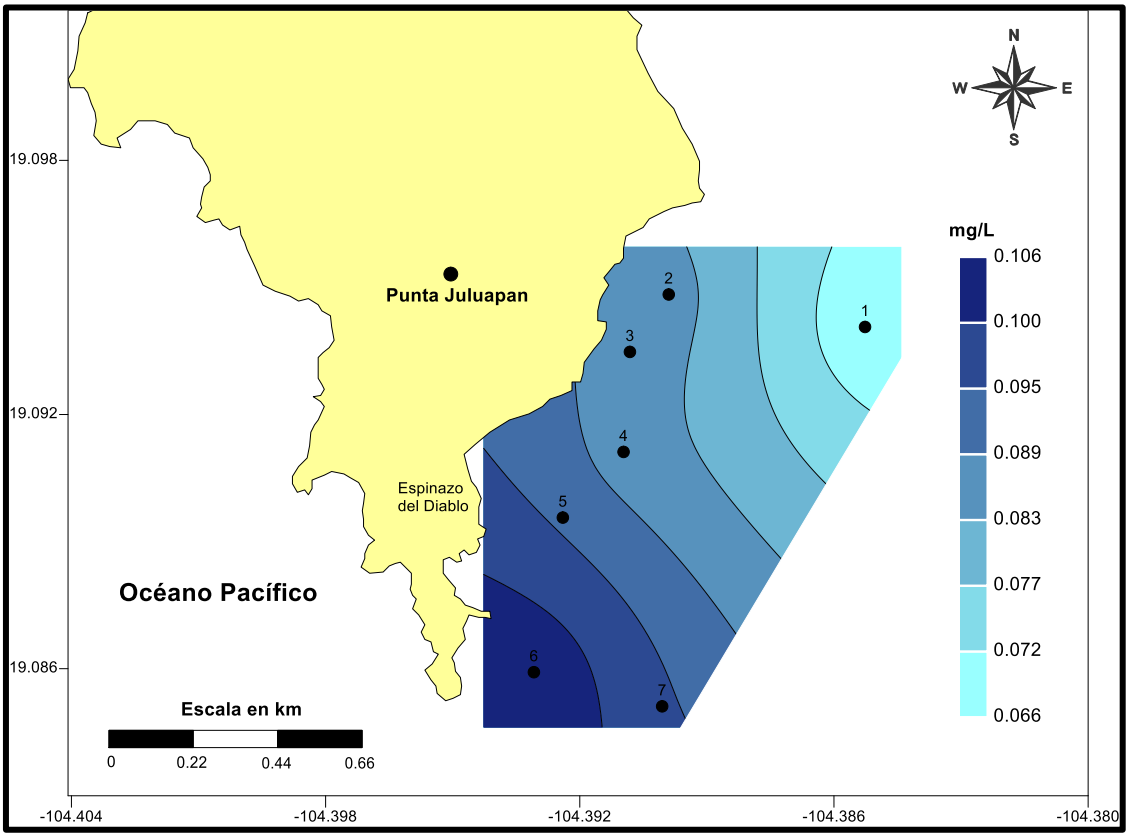


Figura 13. Distribución de ortofosfatos.

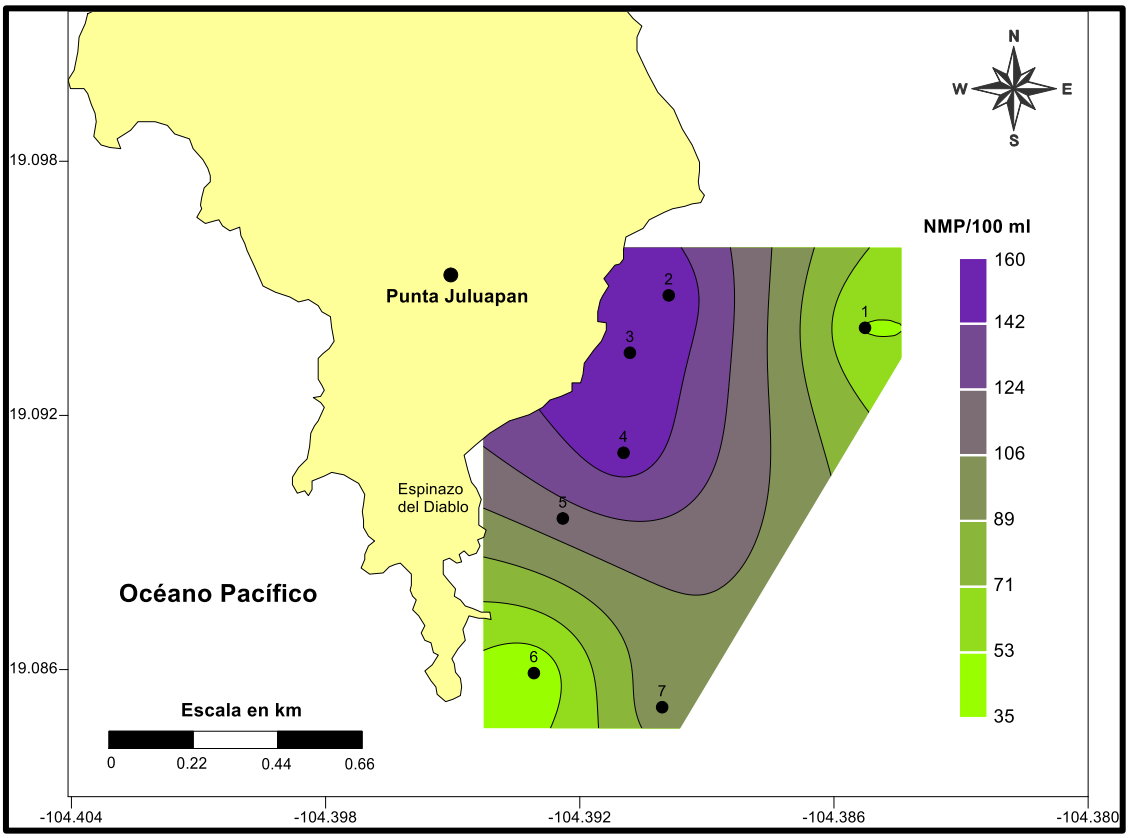


Figura 14. Distribución de enterococos

B. OCEANOGRAFÍA FÍSICA

1. Sustrato marino

Los resultados del análisis para la clasificación del tipo de sedimento muestran que para la estación 3, se encontró un porcentaje de 48 % de granulo, seguido de un 26% de arena fina, 9% para la arena muy gruesa, 9% de arenas medias y por ultimo la arena gruesa con un 8 %. Con respecto a la estación 5 la composición granulométrica esta clasificada por arenas, principalmente por arena fina con un 83 %, seguida de arena media con 15 % y por arena gruesa con 2 %. (tabla I, Figuras 15 y 16).

Tabla I. Porcentaje de sedimento, tamaño en Ø y clasificación del sedimento según la escala de Wenthworh.

Estación	Porcentaje					Tamaño de sedimento en Ø	Clasificación según la escala de Wenthworh (1922)
	Granulo	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina		
3	48	9	8	9	26	-1.75 ± 2.5	Arena fina con gránulo.
5	0	0	2	15	83	-1.75 ± 2.5	Arena fina.

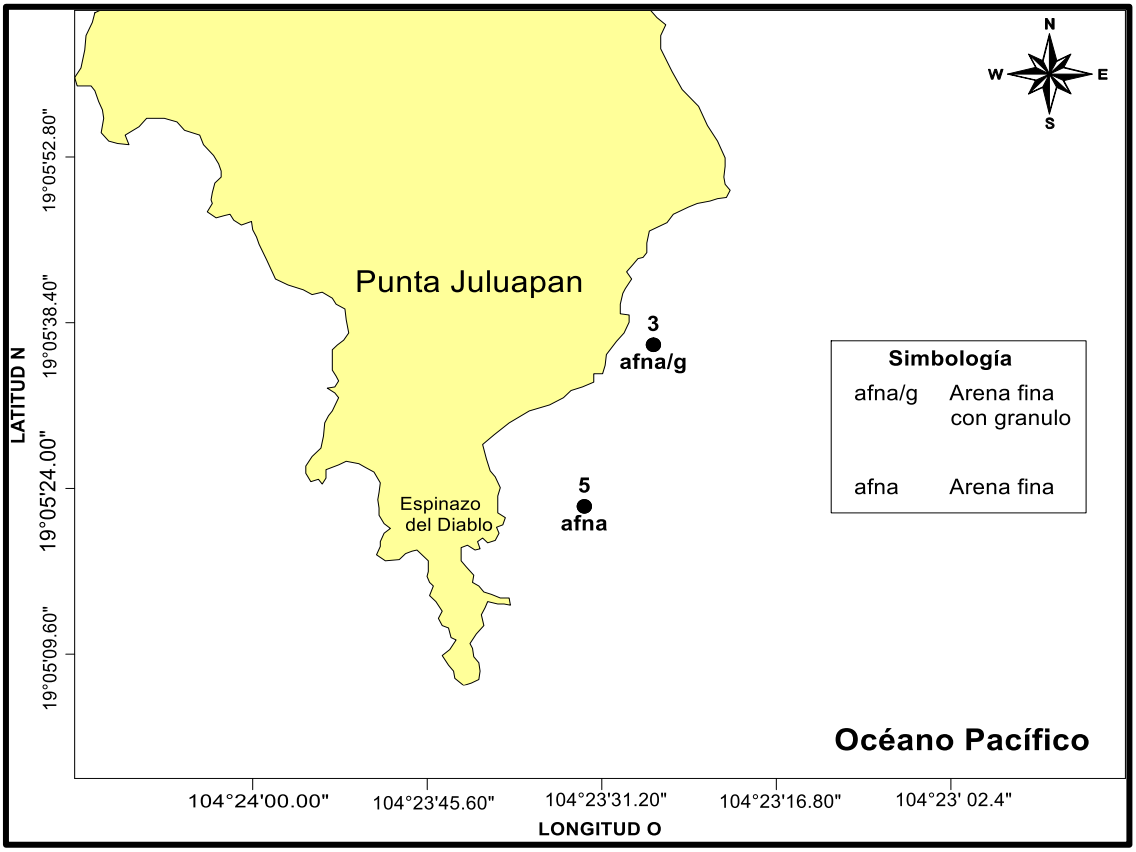


Figura 15. Clasificación del tipo de sedimento marino en el área del proyecto.

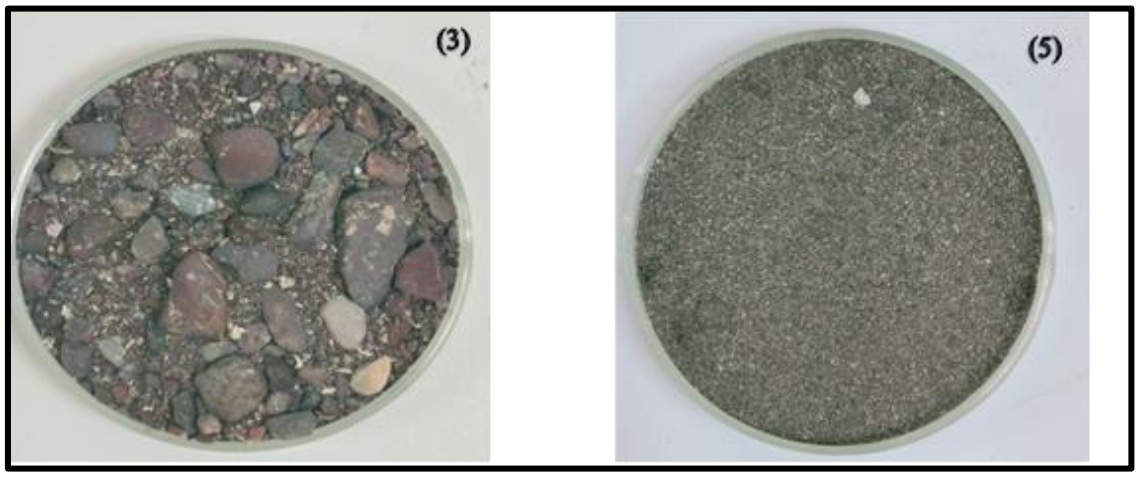


Figura 16. Clasificación de sedimento en el área de interés: estación (3): Arena fina con granulo; estación (5): Arena fina.

2. Comportamiento de las corrientes y modelación de oleaje

El comportamiento de la corriente marina superficial, registrada el día 23 de enero de 2025 frente a Punta Juluapan, registró una velocidad mínima de 18.00 cms^{-1} (0.35 nudos) en la estación seis, ubicada en la parte Sur del área de estudio, mientras que la velocidad máxima de 46.30 cms^{-1} (0.90 nudos) se presentó en las estaciones 1 y 2, localizadas en la parte Norte del área de estudio, con un promedio de 32.41 cms^{-1} (0.63 nudos). La dirección de las corrientes presentó un patrón hacia el Suroeste, siguiendo la morfología de la línea de costa (Figuras 17 y 18).

3. Oleaje

El resultado de la modelación en el área del proyecto indica que el oleaje distante (swell) durante el mes de enero, se presenta con mayor frecuencia desde el Suroeste y Sursuroeste, con una altura predominante promedio de ola de 0.5 a 1.3 m y un periodo de 15 s (tiempo entre cresta y cresta) (Figura 19 a). Las líneas amarillas representan los trenes de ola que arriban y el vector verde indica la dirección a donde se dirigen las olas en el área del proyecto (Figura 19 b). Se observa que el oleaje incidente se propaga de forma paralela a la línea de costa con un ligero cambio en la dirección conforme se aleja del área del proyecto.

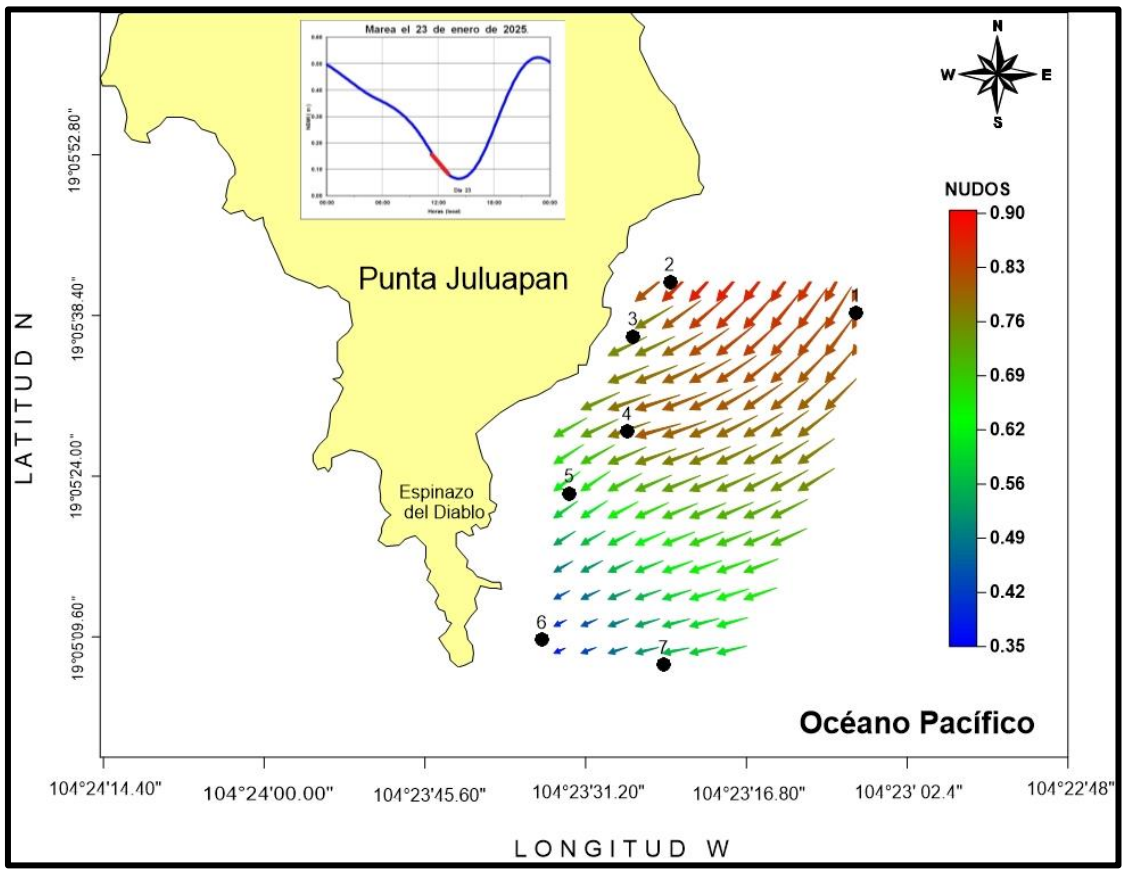


Figura 17. Comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial, en el área del proyecto, el día 23 de enero de 2025.

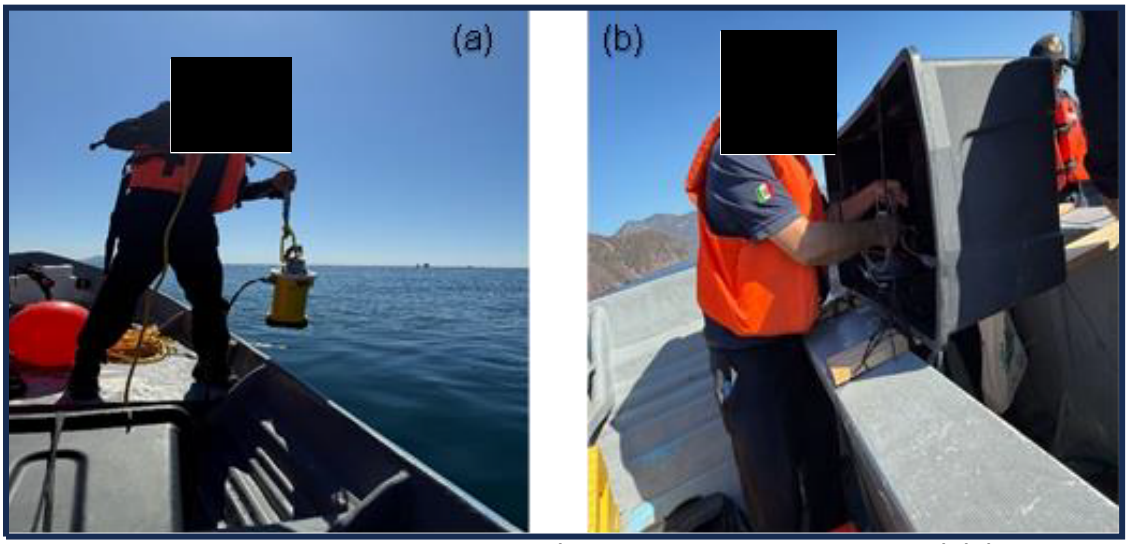


Figura 18. Lanzamiento de equipo ADP (Perfilador Acústico Doppler) (a) y equipo de cómputo receptor de la información para determinar el comportamiento de la velocidad y dirección de la corriente marina superficial (b).

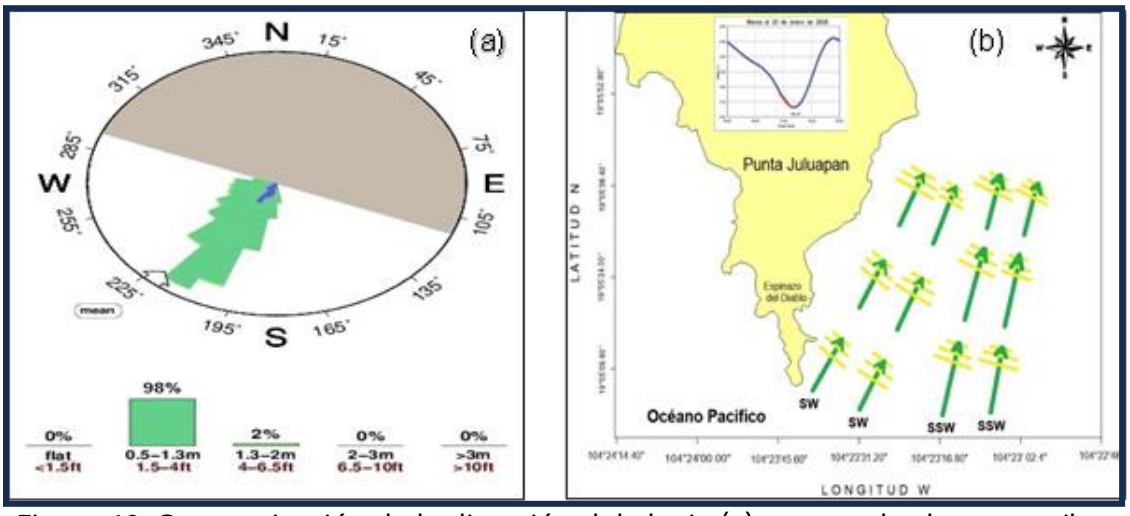


Figura 19. Caracterización de la dirección del oleaje (a) y trenes de olas que arriban en el área del proyecto (b) para el mes de enero.

C. OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA

1. Bentos

En el área de estudio conformada por 07 estaciones de muestreo, se colectaron dos muestras de sedimento marino correspondientes a las estaciones E3 y E5 para el análisis de organismos bentónicos, realizándose el conteo de estos agrupados por caracteres homólogos. En general se registraron un total de 835 organismos asociados en solo 03 de los 09 grupos taxonómicos establecidos (Bivalvia, Gastrópoda y Polychaeta). En ningún grupo se observaron organismos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo).

La mayor densidad de organismos en el área de estudio estuvo representada por poliquetos con 810 registros, mismos que fueron localizados en la estación E5, y en menor densidad por restos de algunos bivalvos con 08, cinco en la estación E3 y tres en la estación E5. Los gastrópodos registraron 17 organismos, de los cuales siete se obtuvieron en la estación E3 y diez en la estación E5 (Tabla II).

Tabla II. Total de organismos encontrados por estación en la zona costera de Juluapan, Manzanillo, Col.

Grupos funcionales	**Estaciones de muestreo**		**Total**
	E3	**E5**	
Bivalvia	05	03	08
Gastrópoda	07	10	17
Polychaeta	00	810	810
Total	12	823	**835**

2. Fitoplancton marino

Durante el muestreo realizado el 23 de enero del actual, se identificaron un total de 11 especies de diatomeas y 12 especies de dinoflagelados en el área de estudio. El porcentaje de abundancia relativa de fitoplancton fue de 52% de dinoflagelados y el 48 % corresponde al grupo taxonómico de diatomeas (Figura 20).

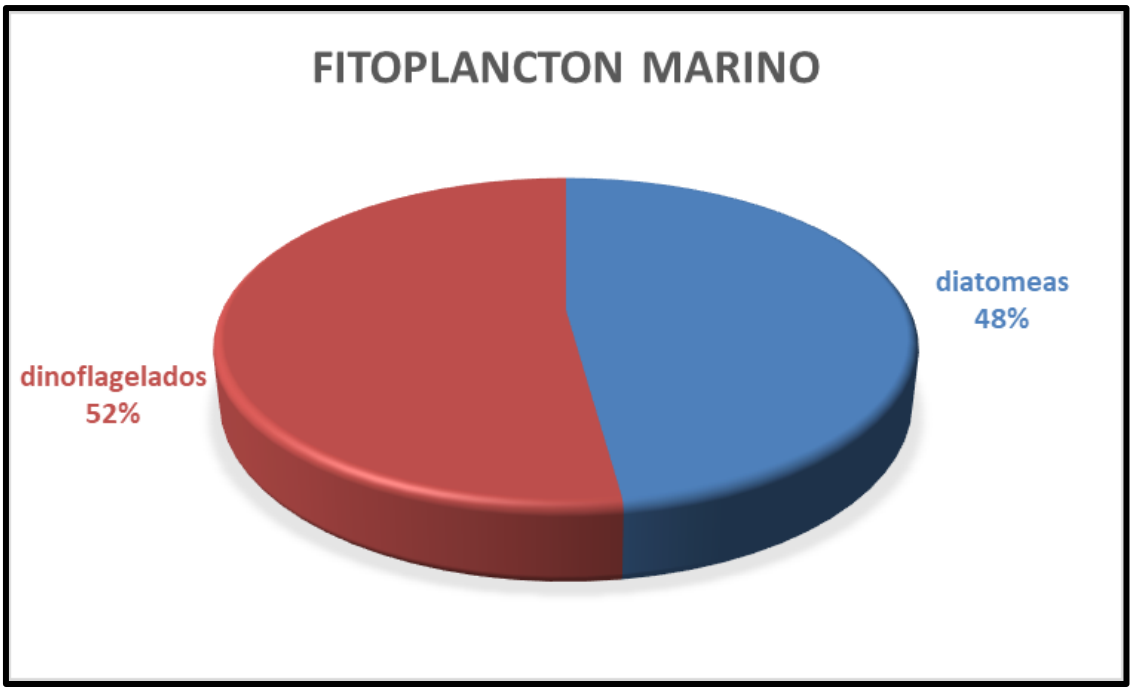


Figura 20. Diversidad del fitoplancton marino en el área de estudio.

Las especies de dinoflagelados que presentaron mayor porcentaje de abundancia relativa en el área de estudio corresponde a las especies de Alexandrium con 20% de diversidad, Scrippsiella trochoidea, con 19 % y Dinophysis caudata con 13 % de diversidad (Figura 21), la primera y la tercera, han sido señaladas como una de las principales responsables de la presencia de toxinas DSP y PSP, toxinas mas frecuentemente encontradas como responsables de enfermedades de parálisis y diarreicas por moluscos en las costas del Pacifico Mexicano (COFEPRIS,2015). Sin embargo, de acuerdo a la cuantificación de células presentes por litro no se detectó la presencia de un Florecimiento Algal Nocivo (FAN).

Las especies más representativas del grupo de diatomeas, fueron los géneros Thalassionema spp, con 33 % de diversidad, Chaetoceros spp. con 16 % y Cylindrotheca spp., con 16 % de diversidad, las especies con el menor porcentaje de diversidad fueron Coscinudiscus, Plagiogramma, Pleurosigma y Proboscia (Figura 22).

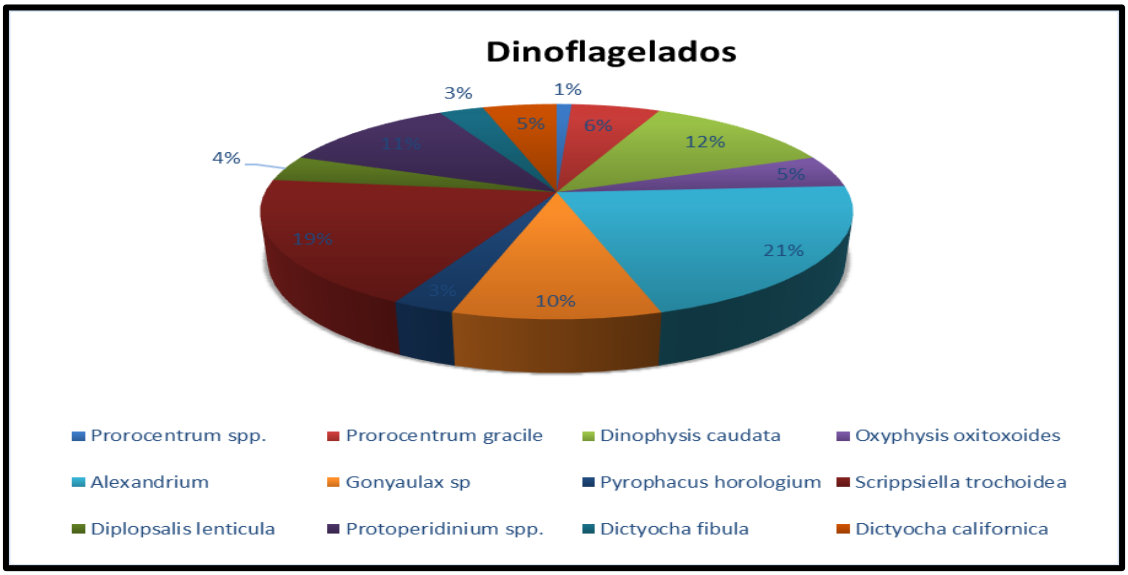


Figura 21. Especies de dinoflagelados presentes en el área propuesta para la creación del arrecife artificial el día 23 de enero 2025.

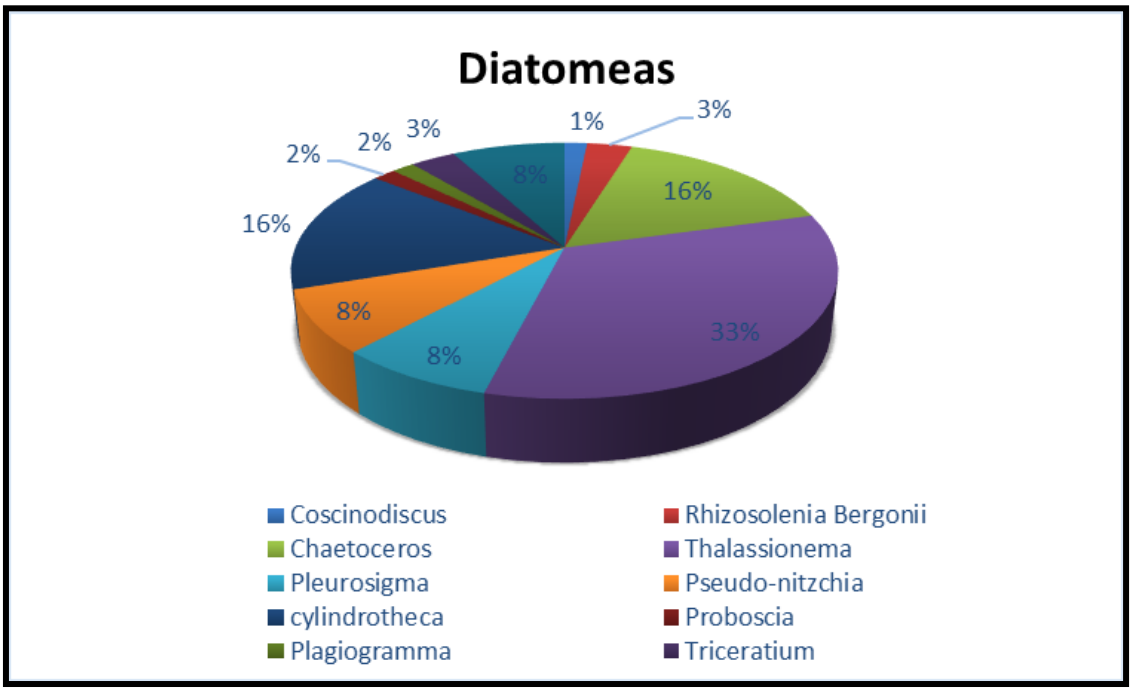


Figura 22. Especies de Diatomeas presentes en el muestreo del 23 de enero 2025.

3. Clorofila-a

Durante el muestreo efectuado el 23 de enero 2025, se estimó la concentración de la clorofila a, se analizaron 05 sitios dentro del área de estudio, donde se tomaron muestras a nivel superficial. En la estación 1 se estimó una concentración máxima de clorofila a en la columna de agua de 2.34 mg m-3 y en la estación 2 una concentración mínima 0.98 mg m-3 (Figura 23). Se observa que el perfil de concentración de clorofila a en cada estación es directamente proporcional a la

densidad de células Fitoplanctónicas cuantificadas, lo que indica que ambas variables representan eficientemente la biomasa de algas.

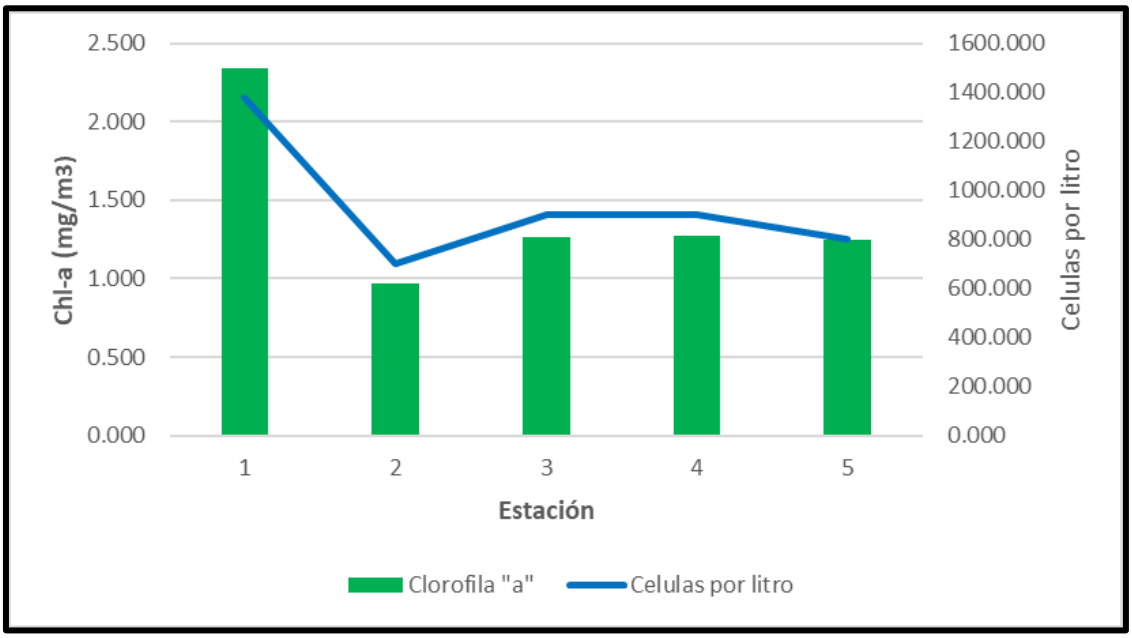


Figura 23. Variación de la abundancia de fitoplancton (células por litro) y concentración de clorofila a de las cinco estaciones de muestreo.

D. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo con la clasificación Köppen modificada por E. García (1981), Manzanillo, Colima, se caracteriza por tener un clima tropical de sabana (Aw) según la clasificación de Köppen. Este tipo de clima se distingue por tener una estación seca y una estación húmeda, con temperaturas cálidas durante todo el año, con una temperatura media anual que oscila entre 25° y 28°C; donde la temperatura de los meses más fríos puede descender hasta los 16°C y las temperaturas de los meses más calurosos puede superar los 35°C (Figura 24).

La Estación meteorológica más cercana es la Manzanillo Observatorio, clave 6018 en el municipio de Manzanillo, Colima, registra a marzo como el mes más frío con una temperatura mínima de 20.3°C; mientras que las temperaturas máximas se registran en los meses de julio y agosto con 32.8°C. La precipitación máxima se alcanza en el mes de septiembre con 251.7 mm y el más seco es abril con 0.1 mm. La Figura 25 muestra un climograma de elaboración propia con datos obtenidos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para citada estación meteorológica.

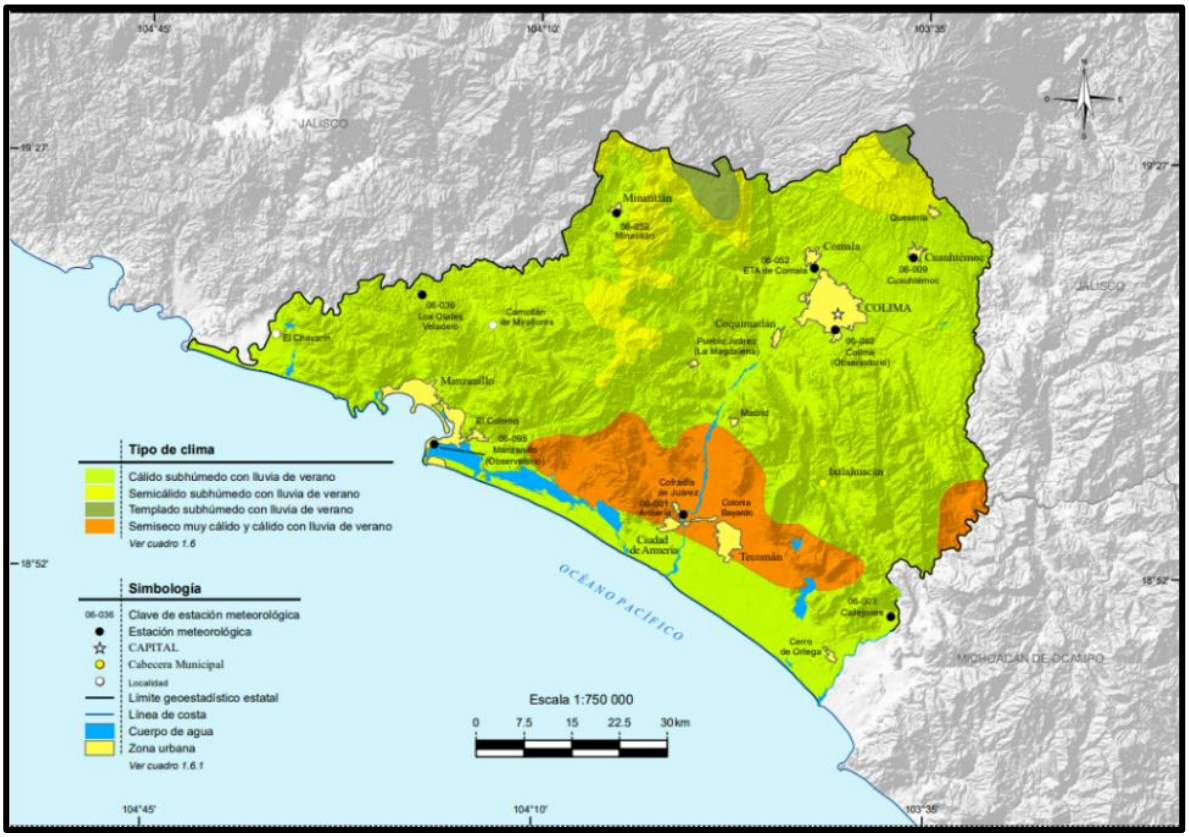


Figura 24. Mapa del clima predominante del estado de Colima, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

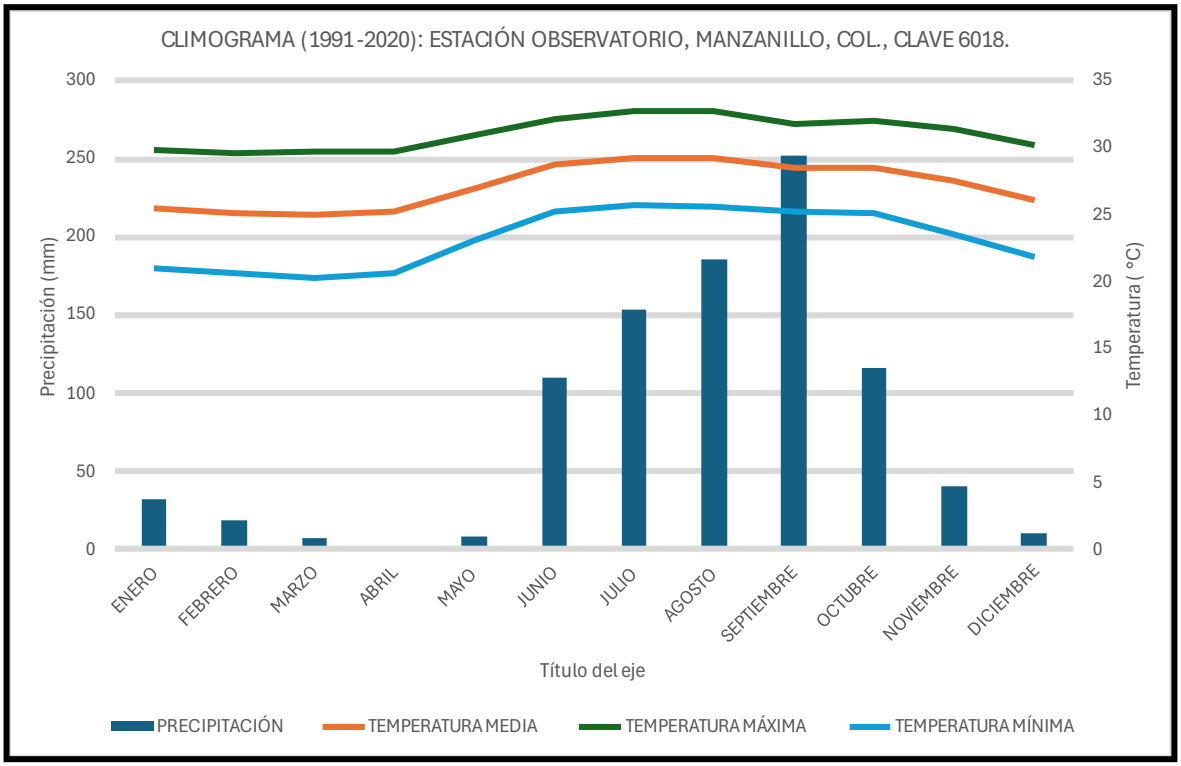


Figura 15. Climograma (1991-2020) de la Estación Observatorio Manzanillo, Col., clave 6018, elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

En la Figura 26 se puede consultar un mapa con los intervalos de temperatura predominantes en la región (25 - 30°C). Las lluvias se presentan principalmente durante el verano y con un acumulado promedio anual significativo, en gran medida por la influencia de los sistemas tropicales. La Figura 27 muestra un mapa con los rangos de precipitación predominantes (800 – 1000 mm) en la región donde se desarrollará el proyecto. La evapotranspiración o pérdida de humedad de la superficie por evaporación directa en la zona se encuentra cercana los 1000 mm (Figura 28).

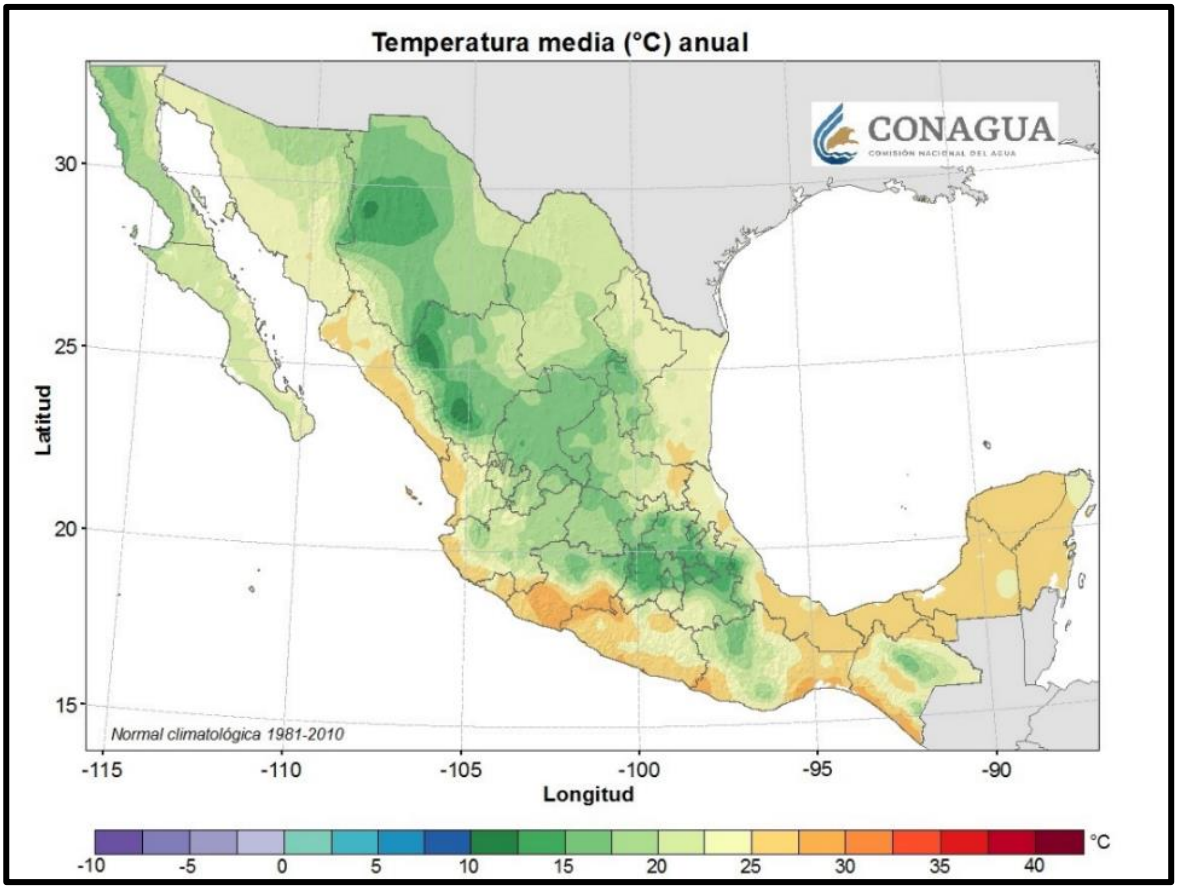


Figura 26. Intervalo de temperatura predominante en el área del proyecto de creación del arrecife artificial, en Manzanillo, Col.

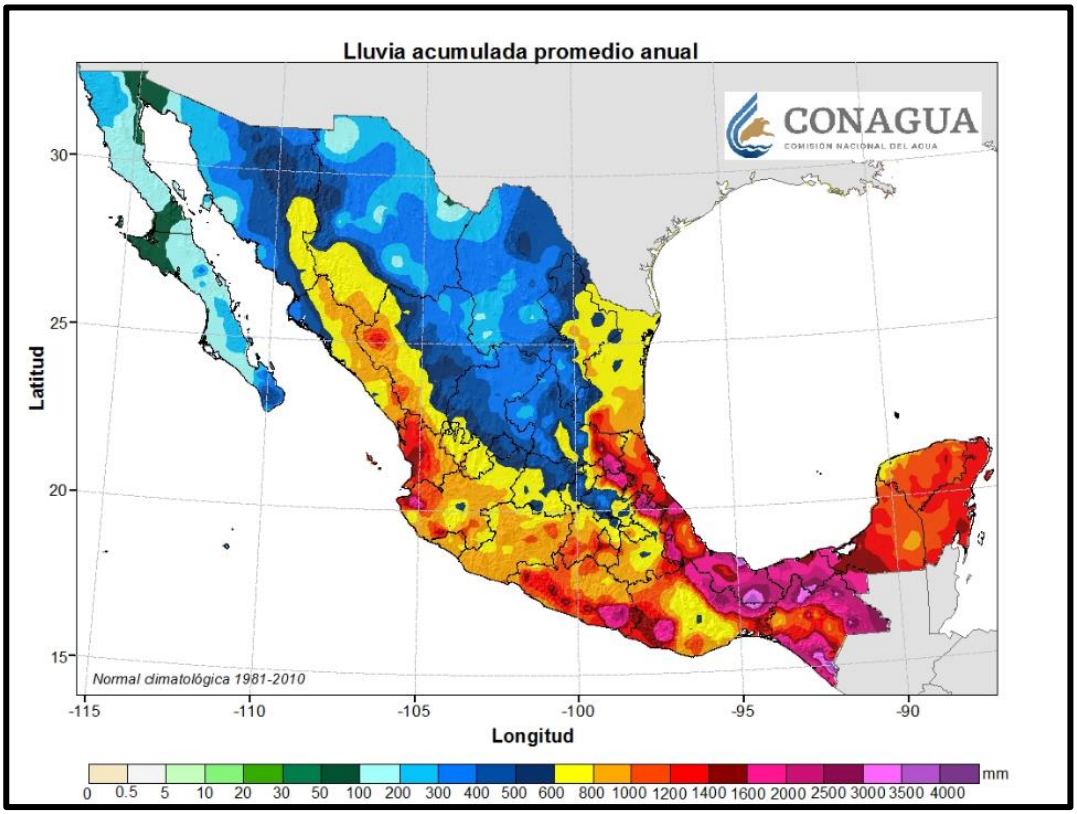


Figura 27. Rango de precipitación (mm) estadístico en el área del proyecto de creación del arrecife artificial, en Manzanillo, Col.

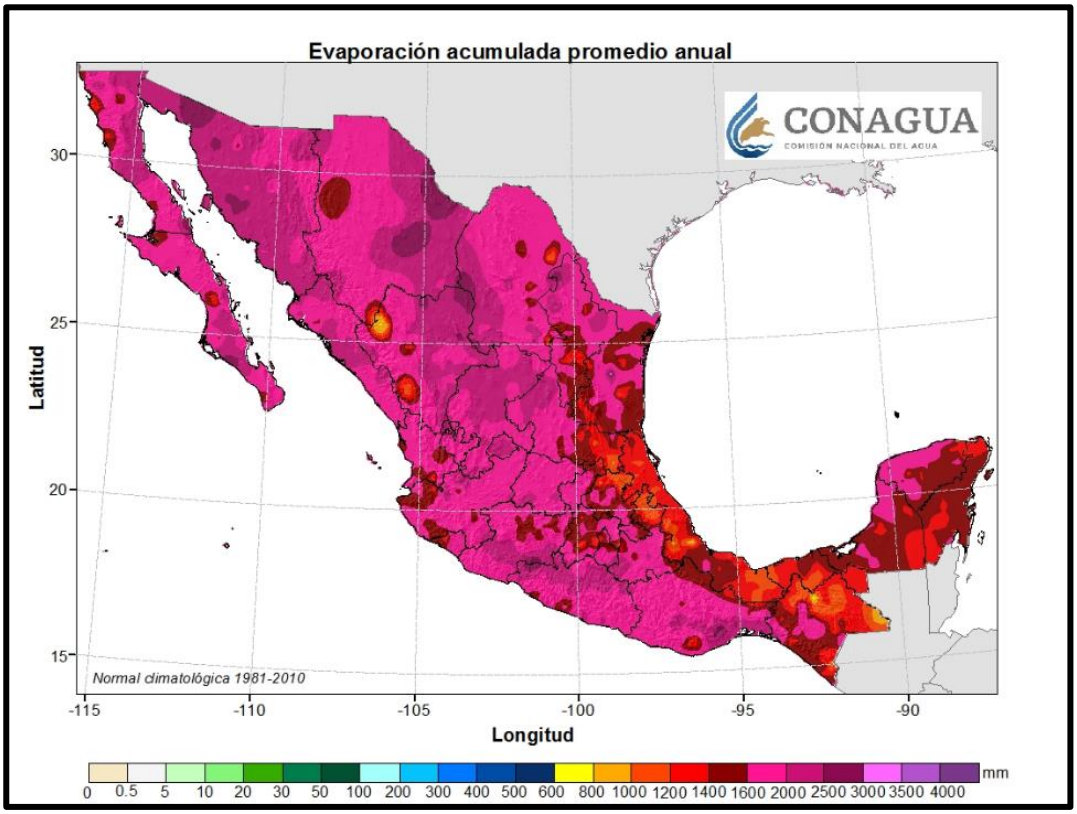


Figura 28. Evapotranspiración (mm) predominante en el área del proyecto de creación del arrecife artificial, en Manzanillo, Col.

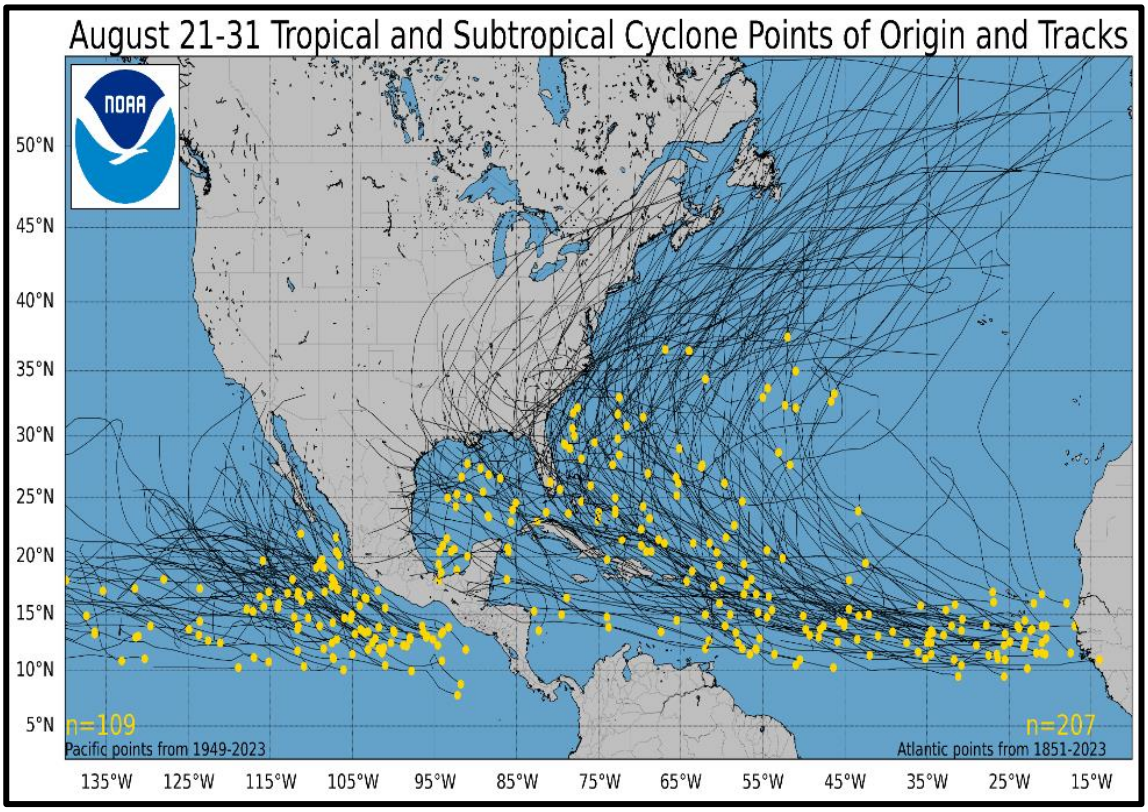


Figura 29. Mapa estadístico de huracanes elaborado por la NOAA durante el periodo de 1949 a 2023 en el Atlántico y Pacifico Oriental del 21 al 31 de agosto, decena con más actividad ciclónica en el Pacífico Oriental.

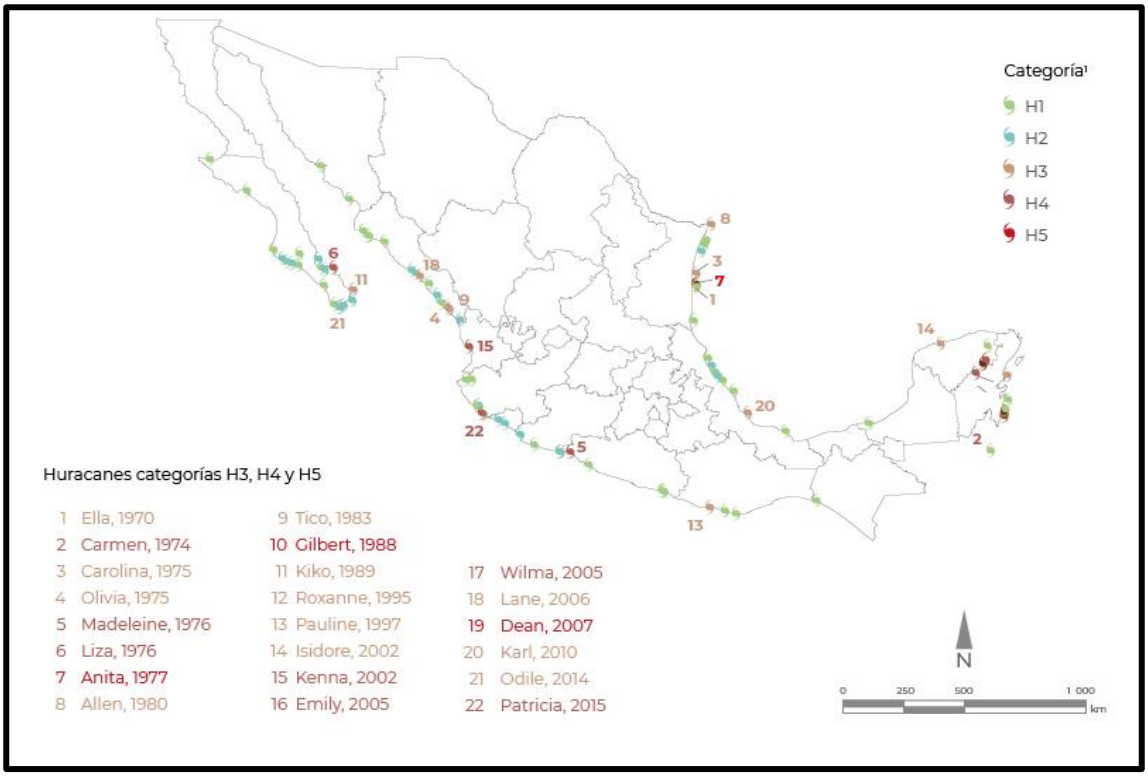


Figura 30. Estadística de huracanes que han impactado costas mexicanas desde el año 1950 hasta el 2015 (CONAGUA, 2018).

E. LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO

El polígono de hundimiento presenta una profundidad máxima de 37.9 metros y una profundidad mínima de 14 metros, el área de estudio se encuentra libre de obstáculos que permite el libre tránsito para embarcaciones menores.

En el área se realizaron perfiles como muestra para determinar el gradiente del terreno a diferentes profundidades. Los datos fueron procesados y se les aplicaron correcciones por medio de mareas, las cuales fueron obtenidas de la estación mareográfica de Manzanillo, Col., corregidas al nivel de baja mar media inferior (NBMI). (Figura 31).

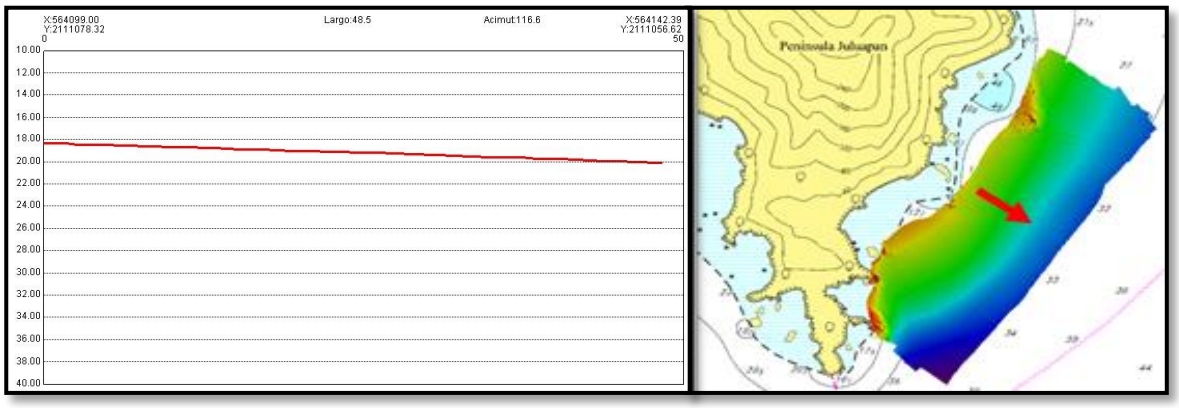


Figura 31. Gradiente estable en un rango de 50 metros.

VI. CONCLUSIONES

A. La calidad sanitaria en Punta Juluapan fue aceptable debido a que todos los sitios de muestreo se encontraron por debajo del límite máximo establecido (<200 NMP/100 ml), indicando que no hay riesgo sanitario para los bañistas ni para los organismos acuáticos del lugar

B. Los parámetros químicos (nitratos, nitritos, amonio y ortofosfatos) en la zona de estudio, rebasando los límites establecidos en los CE-CCA-001-89, generando una alteración química de sus aguas, y donde la normatividad indica que presenta condiciones poco aceptables para el buen desarrollo de los organismos acuáticos. Sin embargo, no se han visto ni reportado afectaciones de los organismos acuáticos dentro de la bahía. Por el contrario, se ha efectuado el hundimiento de otros 3 buques en inmediaciones de la bahía de Manzanillo a profundidades entre 35 y 50 m, donde los pescadores han informado la presencia de más peces en el sitio. Este polígono se encuentra alejado de fuentes de contaminación orgánica. Se detectó una buena disponibilidad del oxígeno disuelto en la columna de agua, con valores por encima del valor de referencia (>5.0 mg/L); favorecido por la dinámica del sitio (oleaje, corriente superficial y contorno litoral).

C. En general el tipo de sedimento encontrado en el área propuesta del proyecto, predominan las arenas con algunos restos de material granulado, por lo puede ser considerado como un buen tenedero de agarre para artefactos que descansen en el fondo marino.

D. La circulación superficial en las bahías de Manzanillo está fuertemente asociada al efecto producido por la onda de marea e influenciada según la época del año por las 2 grandes corrientes de California y de Costa Rica (Galicia-Pérez. 1987).

E. Para el área propuesta del proyecto, en el estudio de campo realizado el día 23 de enero del 2025 se observaron velocidades de corriente bajas menores a un nudo durante condiciones de reflujo de marea y con dirección a lo largo de la línea de costa. Considerando el hundimiento de cualquier artefacto en el área propuesta del proyecto, este generará cambios locales mínimos con respecto a la velocidad de la corriente ya que funcionará como un atenuador sumergido generando un pequeño decremento en la velocidad. Con respecto a la dirección de la corriente no se vería afectado su patrón de circulación que pudiera modificar la geomorfología de la línea de costa la cual está compuesta de rocas y acantilados.

F. La modelación numérica del oleaje incidente de agua profundas (swell) en el área del proyecto para el mes de enero cuando se efectuó el estudio de campo, presentó alturas dominantes de 0.5 a 1.3 m por lo que se espera que la altura y energía de la ola se incremente levemente aumentando su cresta al pasar por cualquier artefacto hundido en el área del proyecto, pero sin llegar a romper debido a la profundidad del área, y al pasar por la ubicación de los artefactos la ola vuelva a tomar la altura similar a las condiciones normales.

G. Se puede concluir que el hundimiento de uno o más artefactos en el área del proyecto NO generara cambios significantes en la circulación del patrón de corrientes y la propagación del oleaje, que pudieran modificar o afectar la geomorfología de la línea de costa.

H. En el área de estudio se colectaron 02 muestras de sedimento marino para el análisis de organismos bentónicos, registrándose 835 organismos agrupados en 03 grupos taxonómicos (Bivalvia, Gastrópoda y Polychaeta)

I. No se observaron organismos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo)

J. Se colectaron 05 muestras para análisis cuantitativo de fitoplancton, encontrándose un total de 23 géneros agrupados en 02 grupos taxonómicos (diatomeas y dinoflagelados).

K. No se registró presencia de un florecimiento algal nocivo de acuerdo a los límites máximos permisibles de fitoplancton tóxico en agua de mar establecidos por COFEPRIS (2015).

L. Aunque el área propuesta para la creación del proyecto, se encuentra en una región geográfica susceptible a la formación e impacto de ciclones tropicales, el análisis de las variables meteorológicas —temperaturas, precipitaciones, evapotranspiración y actividad ciclónica— indica que la influencia de estos fenómenos no es significativamente alta en el polígono propuesto para su creación. Los datos históricos de más de 30 años, obtenidos de la CONAGUA y complementados con información de la NOAA, muestran que las condiciones climáticas de la zona son estables y predecibles, con una estacionalidad bien definida y eventos extremos que no representan un riesgo considerable para la viabilidad del proyecto. Por lo tanto, se concluye que las condiciones meteorológicas no son un factor limitante y que la creación del arrecife artificial en esta región es viable y técnicamente factible.

M. Al término de haber realizado la batimetría, se encontraron profundidades mínimas de 15 m al borde más próximo a la costa y una profundidad máxima de 37.9 m.

N. Se concluye que el fondo marino tiene profundidades adecuadas para el hundimiento de buques/artefactos navales, tomándose en cuenta que en secciones medidas de 50 metros el gradiente se mantiene estable.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Amézcua-Linares, F., 1996. Peces demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. UNAM, ICMYL, CONABIO. México: 184 pp.

Cortés Lara M. del C., Cortés Altamirano R., Cupul Magaña A.L., Rodríguez Nava L.V. y F. Vega Villasante. 2012. Guía de Florecimientos Microalgales (2000-2011) Causantes de Mareas Rojas en Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 103 p.

COFEPRIS. Plan de contingencia para el control de biotoxinas marinas. 2015.

D.O.F. 1989. CE-CCA-001-1989. "Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/1989. SEDUE. Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1989. México, D.F.

Gage, D. J. y P. A. Tyler. 1991. Deep-sea biology: natural history of organisms at the deepsea floor. Cambridge University Press, Gran Bretaña. 504 pp.

Gambi MC, Conti G, Bremec CS. 1998. Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shalow soft bottoms of the Tyrrhenuan Sea (Italy). Sci. Mar. 62(1-2): 1-17.

Galicia-Pérez M.A.1987. Modelación hidrodinámica numérica de las bahías de Manzanillo y Santiago, Col. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. pp. 66.

Galicia-Pérez M. y R. J. Gaviño-Rodríguez, 2001. Análisis espectral de algunos parámetros metereológicos en Manzanillo, Colima. GEOS, 21(4):155.

Gaviño-Rodríguez, J. y M. A. Galicia-Pérez, 1993. Modelación Hidrodinámica Numérica de algunos cuerpos de Agua de la Zona Económica Exclusiva de México. Reporte Interno CEUNIVO-Universidad de Colima, México.155pp.

Gonzales, J., 2002. Tablas de mareas, 2002 del Puerto de Manzanillo. Departamento de Oceanografía Físico. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, BC México. pp 20.

Guzmán-Nava R., 1993. Geografía de Colima. Editorial Idear, S.A. Colima, Colima. 186 pp.

Hutchings PA. 1998. Biodiversity and functions of polychaetes in benthic sediments. Biod. Cons. 7(8): 1133-1146.

Hernandez Esnedy, Aguirre Jaime, Palacio Alberto.2011.-Relacion entre la determinación del pigmento Clorifila a y el Biovolumen geométrico algal en un lago de planicie. Revista Fac. Ing. Antioquita No.60 pp.159-169. Septiembre 2011.

Macías-Zamora R., H Santana H. y J. Valdez, 1985. Informe final del Proyecto prospección hidroacústica en el litoral del estado de Colima SEPESCA/INP/CRIPManzanillo, Informe Interno.

Norma Mexicana. NOM-059-SEMARNATI-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

Raymundo-Huizar AR, Pérez-España H, Mascaró M, Chiappa-Carrara X. 2005. Feeding habits of the dwarf weakfish (Cynoscion nannus) off the coasts of Jalisco and Colima, Mexico. Fish. Bull. 103(2): 453-460.

Relox, J.R., y F.F.A. Barajas. 2003. Harmful algal blooms (HABs) in the Philippines. En: Furuya, K., y Fukuyo, Y. (Eds), Extended abstracts of Workshop on Red Tide Monitoring in Asian Coastal Waters. March 10-12, 2003. The University of Tokyo, pp: 65-68.

Rodríguez-Alonso, R., 2002. Análisis de perfiles de playa en la costa norte de Colima, de febrero de 2001 a febrero de 2002. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima, México.157p.

Secretaría de Marina (1973). Estudio geográfico de la región de Manzanillo Colima. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. México, D. F., 157p.

SECRETARÍA DE SALUD-COFEPRIS. 2023. Manual Operativo: monitoreo de agua de contacto primario en el agua de mar de playas y cuerpos de agua dulce, para uso RCP. Ciudad de México: 32p.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments, jour.

Werlinger, I. Camilo. 2005. Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos Tomo I. Departamento de Oceanografía Universidad de Concepción, Chile., 315-348.

SECRETARÍA DE MARINA
ARMADA DE MÉXICO
SEXTA REGIÓN NAVAL

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DEL PACÍFICO

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA MARINA, OCEANOGRAFÍA FÍSICA, BIOLÓGICA, CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO EN INMEDIACIONES DEL PROYECTO SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA, MÉXICO.

ANEXO I

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS EN INMEDIACIONES DE PUNTA JULUAPAN, COL. EN ENERO DEL 2025.

SECRETARÍA DE MARINA
ARMADA DE MÉXICO
SEXTA REGIÓN NAVAL

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DEL PACÍFICO

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA MARINA, OCEANOGRAFÍA FÍSICA, BIOLÓGICA, CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO EN INMEDIACIONES DEL PROYECTO SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA, MÉXICO.

ANEXO II

BATIMETRÍA PUNTA JULUAPAN.

RESULTADOS

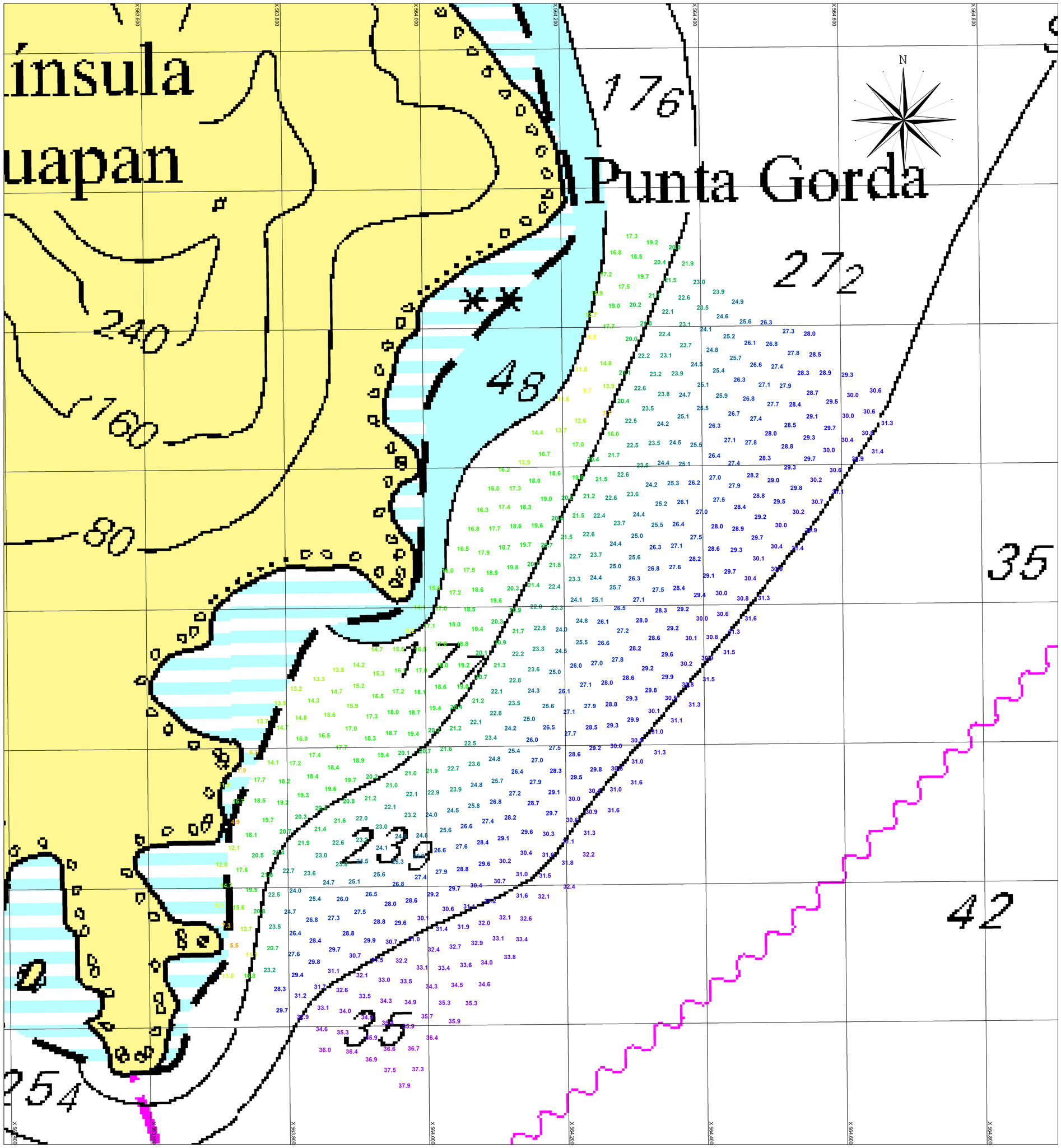
Tabla I. resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en Inmediaciones de Punta Juluapan, Col. en enero del 2025.

Tabla I. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS EN PUNTA JULUAPAN, COL.

ESTADO DEL TIEMPO: SOLEADO				INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DEL PACÍFICO												FECHA:	23/ene/2025		
Pleamar:	22:00 0.58 m	Bajamar:	14:10 0.05 m	SUBDIRECCIÓN DE CONTAMINACIÓN MARINA												NIVEL:	SUPERFICIE		
V MAX=	1	EDO MAR=	1	Reporte de calidad de agua en inmediaciones de Punta Juluapan. Col. .												PERIODO:	Anual		
ELABORÓ: Tte. Nav. SMAM L. OCEAN.																			
REBECA MEDINA ZENDEJAS				P A R Á M E T R O S															
No.	COORDENADAS		REFERENCIA	HrM	TEM	PH	SAL	OD	DBO5	SST	NO3	NO2	NH4	PO4	ENT*	TRA	PRO		
EST	Lat. N	Long. W	CONTINENTAL																
1	19° 5' 38.64"	104° 23' 6.96"		13:15	26.4	8.58	34.80	5.33	5.42	45.0	1.082	0.002	0.013	0.067	52	n.d.	31		
2	19° 5' 41.40"	104° 23' 23.64"		13:00	26.4	8.58	34.80	5.91	5.69	34.0	1.156	0.004	0.039	0.086	156	n.d.	7		
4	19° 5' 28.02"	104° 23' 27.48"		12:47	26.4	8.55	34.90	5.37	8.20	108.0	1.427	0.003	0.014	0.086	153	n.d.	19		
6	19° 5' 9.30"	104° 23' 35.10"		11:40	26.3	8.57	34.80	5.80	7.13	40.0	2.140	0.008	0.042	0.105	38	12.0	29		
7	19° 5' 6.40"	104° 23' 26.20"		11:18	26.6	8.49	34.80	6.06	5.51	47.0	1.796	0.004	0.050	0.096	101	18.0	37		
				MIN	26.3	8.49	34.80	5.33	5.42	34.0	1.082	0.002	0.013	0.067	38	12.0	7		
				MAX	26.6	8.58	34.90	6.06	8.20	108.0	2.140	0.008	0.050	0.105	156	18.0	37		
				PROM	26.4	8.55	34.82	5.69	6.39	54.8	1.520	0.004	0.032	0.088	86	15.0	25		
				DESVEST	0.1	0.03	0.04	0.29	1.10	27.0	0.398	0.002	0.015	0.013	49	3.0	11		
	Referencia (CE-CCA-001-89 y SS-COFEPRIS-20): Límites Permisibles							>5.0 mg/L			<0.04 mg/L	<0.002 mg/L	<0.01mg/L	<0.002 mg/L	<200 NMP/ 100ml				

NOMENCLATURA

HrM	Hora Local	DBO5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
TEM	Temperatura del agua (°C)	SST	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
PH	Potencial de Hidrógeno	NO3	Nitratos (mg/L)
SAL	Salinidad (ppm)	NO2	Nitritos (mg/L)
OD	Oxígeno Disuelto (mg/L)	NH4	Amonio (mg/L)
PO4	Ortofosfatos (mg/L)		
ENT	Enterococos (NMP/100mL)		
TRA	Trasparencia (m)		
PRO	Profundidad (m)		
*	Media geométrica		



SECRETARÍA DE MARINA
SUBSECRETARIA DE MARINA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS GENERALES E HIDROGRÁFICOS
DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE OCEANOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA
DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA
SUBDIRECCIÓN DE LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS

"PUNTA JULUAPAN ÁREA DE HUNDIMIENTO SAAC."

"HOJA 1"

ELIPSOIDE: WGS-84

ESCALA 1: 35000

PROYECCIÓN: UTM ZONA 13

DATUM VERTICAL: NBMI

NOTAS:

1.- SONDEOS ESPACIADOS A 25 METROS.

2.- SONDEOS CORREGIDOS POR DATOS DE MAREA OBSERVADA.

3.- POSICIONES EFECTUADAS CON GPS EN MODO DIFERENCIAL.

"NO ES ÚTIL COMO DOCUMENTO OFICIAL PARA LA NAVEGACIÓN"

- < 0.00
- 0.00 - 1.99
- 2.00 - 3.99
- 4.00 - 5.99
- 6.00 - 7.99
- 8.00 - 9.99
- 10.00 - 11.99
- 12.00 - 13.99
- 14.00 - 15.99
- 16.00 - 17.99
- 18.00 - 19.99
- 20.00 - 21.99
- 22.00 - 23.99
- 24.00 - 25.99
- 26.00 - 27.99
- 28.00 - 29.99
- 30.00 - 31.99
- 32.00 - 33.99
- 34.00 - 35.99
- 36.00 - 37.99
- 38.00 - 39.99
- >= 40.00

SECRETARÍA DE MARINA
ARMADA DE MEXICO
DIR. GRAL. ADJ. DE OCEANOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA
DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA

MANZANILLO, COL.

PUNTA JULUAPAN
ÁREA DE HUNDIMIENTO SAAC

DATÚM HORIZONTAL: WGS 84
DATÚM VERTICAL: NBMI
ZONA UTM 13

PLATAFORMA HIDROGRAFICA: EMBARCACIÓN MIMSA IOP 01	
ECOSONDA MULTIHAZ R2 SONIC 2024	
MARCA: R2 SONIC	FECHA: 23/01/2025
ESCALA: 1 : 35 000	
HOJA 01 DE 01	PLANO:01

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 5. FICHAS TÉCNICAS DE EX-BUQUES CORA-BARANDA

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

ARMADA DE MÉXICO

SECRETARÍA DE MARINA

SEXTA REGIÓN NAVAL

FICHAS LOGÍSTICAS

ARM BARANDA (PO-123)

ARM CORA (ARE-04)

Marina

Secretaría de Marina

FICHA LOGÍSTICA
ARM BARANDA (PO-123)



FICHA LOGÍSTICA ARM BARANDA (PO-123)

I. IDENTIFICACIÓN	**D A T O S**
A.- NOMBRE	“Pedro Sainz de Baranda”
B.- TIPO	PATRULLA OCEÁNICA
C.- CLASE	“URIBE”
D.- NUMERAL	“PO-123”
E.- INDICATIVO DE LLAMADA DE LA RADIO DEL BUQUE	“XYCM”
F.- INDICATIVO DE LLAMADA DE LA RADIO DEL BUQUE EN EL CÓDIGO DE SEÑALES INTERNACIONALES	“XYCM”
G.- NÚMERO DE REGISTROS DE PASO POR EL CANAL DE PANAMÁ	507849
H.- FLOTILLA	DÉCIMA FLOTILLA
I. PUERTO BASE	MANZANILLO, COLIMA

II. HISTORIAL	**D A T O S**
A.- CONSTRUCCIÓN	
1.- ASTILLERO	BAZÁN
2.- LUGAR	SAN FERNANDO DE CÁDIZ ESPAÑA
3.- NÚMERO DE CASCO	236
4.- FECHA DE PUESTA EN GRADAS LA QUILLA	1° DE JULIO DE 1981
B.- BOTADURA	
1.- FECHA	29 DE ENERO DE 1982
2.- MADRINA	SRA. CARMEN ROMANO DE LÓPEZ PORTILLO
C.- ENTREGA	
1.- FECHA	2 DE NOVIEMBRE DE 1982
2.- PROCEDENCIA	ESPAÑA

ARM BARANDA (PO-123)

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES	**D A T O S**
A.- ESLORA	67.00 METROS
B.- MANGA	10.50 METROS
C.- PUNTAL	05.50 METROS
D.- CALADOS	
1.- PROA	03.51 METROS
2.- POPA	04.17 METROS
E.- DESPLAZAMIENTO (CONDICIÓN LIGERA)	1.016.79 TONELADAS MÉTRICAS
F.- DESPLAZAMIENTO (CONDICIÓN NORMAL)	1.014.73 TONELADAS MÉTRICAS
G.- NÚMERO DE CUADERNAS	130 NUMERADAS DE POPA A PROA
H.- ESPACIAMIENTO ENTRE CUADERNAS	00.50 METROS
I.- TONELADAS POR PULGADAS DE INMERSIÓN	12.621 TONS/PLG.INM.
J.- FRANCO BORDO Y SUPERESTRUCTURA	
1.- FRANCO BORDO EN LA PARTE MEDIA DEL BUQUE	04.55 METROS
2.- FRANCO BORDO EN PROA	04.55 METROS
3.- FRANCO BORDO EN POPA	05.25 METROS
K.- SUPERFICIE PINTABLE DE INTERIORES	02.10 METROS
L.- CENTRO DE CARENA VERTICAL (B)	1,206.1 MTS2.
M.- METACENTRO LONGITUDINAL (BM)	XC
N.- METACENTRO TRANSVERSAL (M)	109.0 METROS
O.- ALTURAS MÁS SIGNIFICATIVAS DEL BUQUE	02.60 METROS
1.- COFA	
2.- ANTENA DEL MÁSTIL	17.6 METROS
3.- ANTENA DEL RADAR	20.7 METROS
4.- LUCES DE FONDEO	18.7 METROS
5.- PUENTE MAGISTRAL	9.8 METROS
6.- PUENTE DE GOBIERNO	12.10 METROS
7.- PROYECTORES	09.50 METROS
	10.97 METROS

IV. PROPULSIÓN

ARM BARANDA (PO-123)

D A T O S

A.- MÁQUINAS PRINCIPALES

1.- MARCA	MTU-FRIEDRICHSHAFEN
2.- NUM. SERIE	
a. MÁQUINA PPAL. 1	
3.- MODELO	20 V 956 TB-92
4.- CANTIDAD	2 NO. SERIE ER. 580143, BR 58014
5.- POTENCIA NORMAL DE TRABAJO	4
6.- POTENCIA MÁXIMA	3820 KW (5195 CV) A 1410 R.P.M.
7.- VELOCIDAD MÍNIMA DE EMBRAGUE	4600 KW (6250 CV) A 1500 R.P.M.
8.- VELOCIDAD NORMAL DE TRABAJO	1000 R.P.M. (AUTOMÁTICO)
9.- VELOCIDAD MÁXIMA	10 NUDOS A 1100 R.P.M.
10.- NÚMERO DE CILINDROS	12 NUDOS
11.- DIÁMETRO DE LOS CILINDROS	20
12.- CARRERA	230 MILIMETROS
13.- DISPOSICIÓN DE LOS CILINDROS	230 MILIMETROS
14.- RELACIÓN DE COMPRESIÓN	EN “V”
15.- TIPO DE ARRANQUE	11.1
16.- TIPO DE EMBRAGUE	NEUMÁTICO
17.- TIPO DE ACEITE LUBRICANTE	HIDRÁULICO
18.- ORDEN DE ENCENDIDO	CASTROL MLC-40
19.- ESTADO	1-6-5-4-3-10-9-16-15-12-11-14-13-8-7-2
20.- FILTRO	NUM. 1 F/S NUM. 2, 3 Y 4 B/E
	DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA

FICHA LOGÍSTICA
ARM CORA (ARE-04)



FICHA LOGÍSTICA ARM CORA (ARE-04)

I. IDENTIFICACIÓN	**D A T O S**
A.- NOMBRE	"CORA"
B.- TIPO	REMOLCADOR
C. PUERTO BASE	MANZANILLO, COLIMA

II. HISTORIAL	**D A T O S**
A.- CONSTRUCCIÓN	
1.- ASTILLERO	CHARLESTON SHIP BUILDING AND DRY DOCK COMPANY
2.- LUGAR	CHARLESTON, SOUTH CAROLINA
3.- NÚMERO DE CASCO	SIN REGISTRO
4.- FECHA DE PUESTA EN GRADAS LA QUILLA	22 DE ABRIL DE 1943
B.- BOTADURA	
1.- FECHA	30 DE SEPTIEMBRE DE 1978
2.- MADRINA	BASE NAVAL SAN DIEGO, CALIFORNIA
C.- ENTREGA	
1.- FECHA	1 DE OCTUBRE DE 1978
2.- PROCEDENCIA	SAN DIEGO, CALIFORNIA, USA

ARM CORA (ARE-04)

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES	**D A T O S**
A.- ESLORA	62.50 METROS
B.- MANGA	11.96 METROS
C.- PUNTAL	11.73 METROS
D.- CALADOS	
1.- PROA	04.28 METROS
2.- POPA	05.09 METROS
3.- MEDIO	04.67 METROS
E.- DESPLAZAMIENTO (CONDICIÓN LIGERA)	1,538 TONELADAS.
F.- DESPLAZAMIENTO (CONDICIÓN NORMAL)	1,361 TONELADAS
G.- NÚMERO DE CUADERNAS	98.
H.- TONELADAS POR PULGADAS DE INMERSIÓN	11.3 TONELADAS
I.- SUPERFICIE DE LA OBRA MUERTA	341.6 MTS2
J.- FRANCO BORDO Y SUPERESTRUCTURA	
1.- FRANCO BORDO EN LA PARTE MEDIA DEL BUQUE	04.57 METROS
2.- FRANCO BORDO EN PROA	04.28 METROS
3.- FRANCO BORDO EN POPA	05.09 METROS
K.- SUPERFICIE PINTABLE DE INTERIORES	1,206.1 METROS2.
L.- CENTRO DE CARENA VERTICAL (B)	01.52 METROS
M.- METACENTRO LONGITUDINAL (BM)	54.86 METROS
N.- METACENTRO TRANSVERSAL (M)	05.18 METROS
O.- ALTURAS MÁS SIGNIFICATIVAS DEL BUQUE	
1.- COFA	22.86 METROS
2.- ANTENA DEL MÁSTIL	28.65 METROS
3.- ANTENA DEL RADAR	23.77 METROS
4.- LUCES DE FONDEO	SÍ
5.- PUENTE MAGISTRAL	10.05 METROS
6.- PUENTE DE GOBIERNO	22.86 METROS
7.- PROYECTORES	28.65 METROS

IV. PROPULSIÓN	**D A T O S**
A.- MÁQUINAS PRINCIPALES	
1.- MARCA	CATERPILLAR
2.- NUM. SERIE	
a. MÁQUINA PPAL. 1	91B600
b. MÁQUINA PPAL.2	35B5805
c. MÁQUINA PPAL.3	35B5814
d. MÁQUINA PPAL.4	91B01314
3.- MODELO	D-399
4.- CANTIDAD	4
5.- POTENCIA NORMAL DE TRABAJO	975 H.P.A 1160 R.P.M
6.- POTENCIA MÁXIMA	1000 H.P.A 1250 R.P.M.
7.- VELOCIDAD MÍNIMA DE EMBRAGUE	975 R.P.M
8.- VELOCIDAD NORMAL DE TRABAJO	1100 R.P.M. (OPERACIONAL O CRUCERO)
9.- VELOCIDAD MÁXIMA	1160 R.P.M
10.- NÚMERO DE CILINDROS	16
11.- DIÁMETRO DE LOS CILINDROS	6.25”
12.- CARRERA	8.00”
13.- DISPOSICIÓN DE LOS CILINDROS	EN “V”
14.- RELACIÓN DE COMPRESIÓN	14.5:1
15.- TIPO DE ARRANQUE	NEUMÁTICO
16.- TIPO DE EMBRAGUE	POR MEDIO DE ENGRANES
17.- ORDEN DE ENCENDIDO	
18.- ESTADO	BUEN ESTADO
19.- FILTRO	DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 6. PROTOCOLO ESTANDARIZADO DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE EX-BUQUES Y ARTEFACTOS NAVALES

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

COLIMA Gobierno del Estado | Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

PROTOCOLO ESTANDARIZADO

limpieza, descontaminación y acondicionamiento de ex – buques y artefactos navales

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

PROMOVENTE:

GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

Contenido

Introducción 2

1. Acreditación de la situación jurídica del artefacto, mediante la documentación que respalde su legítima disposición para el fin propuesto. 3

2. Legislación aplicable para el proceso de hundimiento 3

3. Desmantelamiento, disposición de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial 5

3.1.- Visita preliminar de los ex-buques y artefactos navales 5

3.2.- Habilitar el centro de almacenamiento. 6

3.3.- Instalación de bodega para almacenamiento de herramientas y equipos 7

3.4.- Corte y retiro de aislantes térmicos y todo tipo de Residuo Sólido Urbano. 7

3.5.- Corte de materiales ferrosos, no ferrosos y todo tipo de residuo de manejo especial. 7

3.6.- Extracción de combustibles y aceites de tanques de almacenamiento 9

3.7.- Limpieza y descontaminación de barco 10

3.8.- Cierre de obra 10

3.9.-. Entrega del expediente 11

4. Inspecciones del comité para la verificación de la limpieza y eliminación de sustancias tóxicas 11

5. Acta para la certificación de limpieza 12

Introducción

El aprovechamiento de buques fuera de operación como estructuras arrecifales requiere un proceso riguroso de limpieza y descontaminación, con el fin de minimizar riesgos ambientales y garantizar la seguridad durante y después del hundimiento. Este procedimiento debe considerar la eliminación de materiales y sustancias potencialmente contaminantes, así como la adecuación estructural del casco para su integración controlada en el medio marino.

El presente protocolo establece los criterios técnicos necesarios para la preparación de buques con fines arrecifales, priorizando la prevención de la contaminación, la integridad ecológica del sitio de hundimiento y el cumplimiento normativo. Su contenido se sustenta en los lineamientos desarrollados por el Subcomité de Limpieza y Descontaminación de Cascos del Sistema Arrecifal de Colima (SAAC), incorporando elementos ambientales, de seguridad y costo-eficiencia bajo un enfoque interinstitucional y especializado.

Es necesario seguir una serie de pasos sistematizados que aseguren la remoción de contaminantes. A continuación, se describen los pasos que integran el presente protocolo:

1) Acreditación de la situación jurídica del artefacto, mediante la documentación que respalde su legítima disposición para el fin propuesto.
2) Análisis de la legislación aplicable para el proceso de hundimiento.
3) Procedimientos de desmantelamiento, disposición de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.
4) Inspecciones del comité para la verificación de la limpieza y eliminación de sustancias tóxicas.
5) Elaboración de acta para la certificación de limpieza con las firmas de los involucrados.

1. Acreditación de la situación jurídica del artefacto, mediante la documentación que respalde su legítima disposición para el fin propuesto.

El promovente deberá acreditar la propiedad legal de la embarcación a utilizarse, así como gestionar la baja oficial del bien mueble ante las instancias correspondientes, conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, deberá garantizar la certeza jurídica sobre el destino final de la nave, formalizando, en caso necesario, los instrumentos legales de transferencia de derechos, tales como contratos de donación o cesión, que autoricen expresamente al promovente a llevar a cabo las actividades de desmantelamiento, limpieza, descontaminación, preparación estructural, traslado y hundimiento de la embarcación, previa obtención de los permisos y autorizaciones requeridas por la autoridad competente.

2. Legislación aplicable para el proceso de hundimiento

De acuerdo con la regulación jurídica aplicable al tipo de embarcación o artefacto que se pretenda destinar al hundimiento, el promovente deberá atender el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos vigentes, así como aquellas disposiciones adicionales que emitan las autoridades competentes en la materia, en función de la naturaleza, uso previo y características del bien a hundir.

RESIDUOS PELIGROSOS
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos
NOM-058-SEMARNAT-1993. Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.
NORMAS DE SEGURIDAD:
NOM-005-STPS-1993: Esta norma establece las condiciones de seguridad necesarias para el manejo de sustancias inflamables y combustibles, incluyendo la prevención de riesgos de incendio y explosión. Especifica requisitos para el almacenamiento, transporte y manipulación de estas sustancias, con el objetivo de proteger la salud y seguridad de los trabajadores

NORMA Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2008: Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
NORMA Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015: Condiciones de seguridad para trabajar en espacios confinados.
LEYES FEDERALES
LEY DE NAVEGACIÓN Y COMERCIO MARÍTIMOS: Capítulo IV AMARRE, ABANDONO Y DESGUACE DE EMBARCACIONES. Art. 90. **LEY DE VERTIMIENTOS EN LAS ZONAS MARINAS MEXICANAS:** Capítulo IV De los permisos. Art. 18, 19, 20 y 22
REGLAMENTOS:
Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del MAR por Vertimiento de Desechos y otras Materias.
TRAMITE FEDERAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS:
La LGPGIR, clasifica a los generadores de residuos en tres categorías, en función de los volúmenes que generan siendo estos: • Grandes generadores • Pequeños generadores • Microgeneradores Por lo que deberán tramitar su Registro de generador de residuos peligrosos SEMARNAT-07-017 Permiso por: Pequeño Generador de Residuos Peligrosos
TRAMITE ESTATAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS:
Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial: Artículos 6 fracciones II, III, IX, X, XI, XII, XVIII y XIX, 21, 23, 31, 32 y 65 de la Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima.
VERIFICACIÓN DE LA DESCONTAMINACIÓN EN SITIO

Pruebas de atmósfera explosiva en tanques de almacenamiento de hidrocarburos y/o tuberías de transporte de hidrocarburos.

3. Desmantelamiento, disposición de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial

Se deberá establecer un procedimiento técnico y documentado que describa las acciones específicas para el desmantelamiento de la embarcación, conforme a los lineamientos establecidos en la legislación vigente. Dicho procedimiento deberá cumplir con la normativa ambiental aplicable para el manejo de residuos, incluyendo la NOM- 052-SEMARNAT-2005 y la SEMARNAT-07-017, así como con las disposiciones en materia de seguridad e higiene industrial, particularmente lo señalado en la NOM-005-STPS-1993.

Etapas a seguir:

3.1. Visita de inspección de los ex-buques y artefactos navales.

3.2. Habilitación del centro de almacenamiento de residuos conforme a sus categorías.

3.3. Instalación de bodega para almacenamiento.

3.4. Corte y retiro de aislantes térmicos y todo tipo de Residuo sólido urbano.

3.5. Corte de materiales ferrosos, no ferrosos y todo tipo de residuo de manejo especial.

3.6. Extracción de combustibles y aceites de tanques de almacenamiento.

3.7. Limpieza y descontaminación de los cascos.

3.8. Cierre de obra.

3.9. Entrega del expediente.

3.1.- Visita preliminar de los ex-buques y artefactos navales

Antes del inicio de los trabajos, la contratista responsable de la limpieza y acondicionamiento, en conjunto con el Subcomité, llevará a cabo una visita de inspección de las estructuras a destinar como arrecife artificial, para revisar las condiciones iniciales, así como verificar las necesidades de la obra tales como herramientas y equipos a utilizar, así como el equipo de seguridad según lo requiera la actividad y señale la NOM-005-STPS-1993

Durante este mismo recorrido, se inspeccionarán los espacios propuestos para funcionar como Centro de Almacenamiento Temporal de Residuos. El área seleccionada, ya sea dentro del sitio de trabajo o en un patio externo designado, deberá contar con rutas de acceso libres y seguras para el traslado de materiales, así como con dimensiones adecuadas que permitan el acopio ordenado de los residuos generados. La empresa contratista presentará esta propuesta al Subcomité para su revisión y autorización formal.

La empresa contratista, en coordinación con el promovente, generará un programa de obra, en el cual se basará el Subcomité para el monitoreo de los avances.

3.2.- Habilitar el centro de almacenamiento.

Se deberá identificar y delimitar físicamente el área destinada para el acopio de residuos generados, la cual se denominará Centro de Almacenamiento Temporal de Residuos. En este espacio, los residuos deberán clasificarse en tres categorías conforme a su naturaleza: Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP). Cada zona de almacenamiento deberá ser claramente delimitada mediante malla de protección tipo naranja, con el fin de promover un manejo integral de los residuos y fortalecer las buenas prácticas ambientales dentro del sitio de trabajo.

El centro de almacenamiento deberá contar con vías de acceso adecuadas para vehículos de recolección, garantizando condiciones de operación seguras y eficientes. Adicionalmente, se deberán instalar extintores tipo PQS en puntos estratégicos del área, cuya cantidad será determinada con base en la superficie total ocupada. Estos equipos deberán estar plenamente operativos para su uso inmediato en caso de conato de incendio.

Para el control adecuado de los residuos, se implementará una bitácora de registro, en la que se documentará el volumen de residuos ingresado por tipo. Posteriormente, una empresa autorizada y registrada ante las autoridades ambientales competentes será la responsable de llevar a cabo la recolección, transporte y disposición final de los residuos conforme a la legislación vigente.

Una vez realizada la recolección, el proveedor deberá emitir el manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos, el cual será integrado al expediente técnico de obra, en cumplimiento con lo establecido en la **NOM-052-SEMARNAT-2005**, que regula la identificación, clasificación y manejo de residuos peligrosos.

3.3.- Instalación de bodega para almacenamiento de herramientas y equipos.

Se deberá contar con una bodega para resguardo de las herramientas, equipo de seguridad, equipos eléctricos. Como medidas de seguridad indispensables, la bodega deberá equiparse con un botiquín de primeros auxilios y un extintor tipo PQS. Esta medida busca garantizar la protección del equipo, optimizar los tiempos de trabajo y cumplir con los estándares de seguridad laboral aplicables.

3.4.- Corte y retiro de aislantes térmicos y todo tipo de Residuo Sólido Urbano.

Los residuos generados a partir del retiro de materiales aislantes térmicos presentes como recubrimiento en los compartimentos de la embarcación deberán ser clasificados como residuos sólidos urbanos y manejados bajo condiciones de seguridad e higiene. Dichos materiales deberán ser colocados en bolsas de plástico resistentes, cerradas herméticamente, y trasladados al Centro de Almacenamiento Temporal, donde serán resguardados hasta su disposición final en un relleno sanitario autorizado.

La recolección y retiro de este tipo de residuos deberá realizarse con periodicidad diaria durante los días de operación, excluyendo jornadas de descanso. El prestador del servicio autorizado deberá emitir un comprobante con el peso total de residuos recolectados, el cual será registrado en la bitácora de control para el seguimiento de los volúmenes generados.

El personal encargado de la limpieza y retiro de aislantes térmicos deberá utilizar equipo de protección personal adecuado, incluyendo: overoles desechables tipo Tyvek, guantes de vinilo, látex o nitrilo, lentes de seguridad y respiradores desechables tipo N95, en cumplimiento con los lineamientos establecidos en la **NOM-005-STPS-1993**, con el fin de garantizar condiciones seguras de trabajo y minimizar la exposición a posibles agentes contaminantes.

3.5.- Corte de materiales ferrosos, no ferrosos y todo tipo de residuo de manejo especial.

Para la ejecución de estas actividades se emplearán herramientas de corte eléctricas y equipos de oxicorte, por lo que será indispensable garantizar que su operación se realice bajo condiciones seguras. En el caso del oxicorte, se deberá verificar el estado físico y

funcional de los cilindros, manómetros, mangueras, válvulas y manerales, asegurando la ausencia de fugas y que los componentes se encuentren en óptimas condiciones para su uso.

Asimismo, los equipos eléctricos, como sierras y pulidoras con disco de corte, deberán contar con sus respectivos dispositivos de protección y elementos de corte en buen estado. Estas medidas deberán cumplirse conforme a los lineamientos establecidos en la NOM-027-STPS-2008, a fin de garantizar la seguridad en los trabajos que involucren soldadura y corte con equipos portátiles.

Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene. Todo el personal que lleve a cabo trabajos de corte en caliente debe utilizar el EPP adecuado según el tipo de riesgo, incluyendo equipo respiratorio y ropa de protección según se indica en la **NOM-005-STPS-1993**; si los cortes se realizan en un espacio confinado, se deberá contar con un extractor de aire en el sitio así como abrir ventanas de ventilación, esto con la finalidad de cumplir con lo requerido en la **NOM-033-STPS-2015** el cual establece las condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados en México. Esta norma tiene como objetivo proteger la integridad física y la vida de los trabajadores que realizan actividades en estos entornos.

Previo al inicio de los trabajos de corte en caliente en las distintas áreas del buque, y particularmente en aquellas donde exista riesgo potencial de conato de incendio, se deberá contar con una bomba de agua activa instalada a bordo. Esta bomba deberá estar equipada con manguera de succión tipo verde olivo con válvula check, así como con manguera de descarga con conexiones rápidas. Dicho equipo será encendido y cargado diariamente antes de comenzar las labores, con el objetivo de estar disponible para una respuesta inmediata en caso de emergencia.

Adicionalmente, en cada punto donde se realicen trabajos de corte, se deberá contar con al menos un extintor en condiciones operativas y botellas de agua disponibles para su uso como medida de contención inicial ante la presencia de flama.

Para el retiro y disposición final de los materiales extraídos del interior del buque que sean clasificados como residuos de manejo especial, se deberá contratar a una empresa autorizada y registrada ante las autoridades ambientales competentes. Una vez realizada la recolección, el proveedor deberá emitir el correspondiente manifiesto de entrega,

transporte y recepción, el cual deberá ser integrado al expediente técnico de la obra, con el fin de asegurar la trazabilidad y cumplimiento normativo del manejo de residuos.

3.6.- Extracción de combustibles y aceites de tanques de almacenamiento

Previo al hundimiento, se debe garantizar el retiro total de los residuos peligrosos como combustibles, aceites, sustancias inflamables y cualquier material que pueda representar riesgo ambiental o para la salud humana, según lo requerido en la NOM-005-STPS-1993. Se deberán extraer los combustibles existentes en los tanques, así como también los aceites y lubricantes usados, grasas, sólidos en tuberías y cuartos de maquinarias; este proceso se llevará a cabo de manera manual con herramientas mecánicas por ser un espacio confinado y por ser un área que posee características de inflamabilidad y explosividad, no se podrán utilizar ningún tipo de equipos eléctricos.

Los residuos peligrosos generados y extraídos de estas áreas deberán ser almacenados en tambos metálicos cerrados, los cuales serán trasladados al centro de almacenamiento.

Los residuos peligrosos se deberán de separar en la estación mediante la siguiente clasificación: “Diésel contaminado”, “aceites usados”, “aguas contaminadas producto de la limpieza”, “trapos, guantes y trajes contaminados” los cuales serán almacenados en tambos metálicos con tapa y estarán señalizados de forma que se identifique según corresponda. Dicho almacén estará debidamente delimitado con malla naranja para el resguardo de estos residuos y estará en un área libre debidamente ventilada; Esto con el objetivo de cumplir con lo estipulado en la NOM-058-SEMARNAT-1993. Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de Residuos Peligrosos.

Estos tipos de residuos son los que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confiera peligrosidad, así como envases y recipientes que contengan agentes infecciosos o cuando se transfieran a otro sitio, por ejemplo: aceites y lubricantes usados o gastado, grasas, disolventes orgánicos usados, sólidos impregnados con sustancias peligrosas (estopas, trapos, aguas contaminadas derivadas de la limpieza y descontaminación)

El servicio de recolección de los residuos peligrosos estará a cargo de una empresa privada, la cual debe contar con los permisos correspondientes para llevar a cabo la recolección. La periodicidad para la recolección de dichos residuos será como máximo de manera mensual; esta se encargará de darle disposición final a los residuos recaudados,

para esto; el proveedor emitirá a la empresa contratista un "manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos" en el cual se describen los residuos y cantidad recolectada, esta información se asentará en la bitácora para control interno.

3.7.- Limpieza y descontaminación de barco

Una vez concluidos los trabajos de retiro de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos; así como, las actividades de corte al interior de la embarcación, se procederá a la etapa de limpieza y descontaminación de todas aquellas áreas que estuvieron en contacto con hidrocarburos, aceites y lubricantes.

En la primera fase, las superficies serán lavadas utilizando cepillos y jabón en polvo biodegradable, el cual deberá diluirse en agua hasta formar una espuma activa. Esta mezcla se aplicará sobre todas las áreas susceptibles de contaminación, las cuales serán talladas manualmente y enjuagadas con hidrolavadora industrial a gasolina, garantizando la remoción de residuos superficiales.

Posteriormente, se aplicarán desengrasantes líquidos biodegradables, de alta concentración, que no generan impactos negativos sobre superficies metálicas ni remueven pintura, lo que permite su aplicación en diversas superficies expuestas al agua. El producto deberá dejarse actuar el tiempo recomendado por su ficha técnica, y posteriormente ser retirado mediante un segundo enjuague con hidrolavadora industrial a gasolina, asegurando una limpieza profunda y efectiva.

Todos los residuos líquidos y sólidos generados durante este proceso serán recolectados y almacenados en tambos metálicos, debidamente etiquetados, para su posterior traslado al Centro de Almacenamiento Temporal de Residuos y posterior disposición final a través de un proveedor autorizado.

El personal encargado de estas tareas deberá portar en todo momento el equipo de protección personal adecuado, incluyendo overoles desechables tipo Tyvek, guantes de látex, lentes de seguridad y respiradores con filtros contra partículas, vapores de aceites y grasas, en estricto cumplimiento de lo dispuesto por la NOM-005-STPS-1993.

3.8.- Cierre de obra

Concluidos los trabajos de limpieza y descontaminación, la contratista en conjunto con el Subcomité llevará a cabo una verificación física del ex-buque o artefacto, en la cual se revisará que los trabajos estén terminados a satisfacción de dicho Subcomité, con

métodos visuales y pruebas de limpieza superficial para descartar la presencia de hidrocarburos, aceites y lubricantes.

Al finalizar el recorrido se asentará en una minuta si existe alguna observación por atenderse, de ser así, se determinará una fecha para la atención de las mismas, si no hubiese observación alguna, se asentará en dicha minuta que los trabajos fueron ejecutados a satisfacción del Subcomité y se entrega por parte de la contratista a dicho comité para sus posteriores trámites.

3.9.-. Entrega del expediente

La empresa contratista entregará un expediente de obra, el cual contendrá, toda la documentación generada durante los trabajos de limpieza y descontaminación como son: plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (IMADES), registro como generador de residuos peligrosos (SEMARNAT), manifiestos de entrega, traslado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial, comprobantes de pago por la recepción de residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario, bitácora de ingreso y salidas de residuos y toda documentación generada durante el proceso de ejecución los trabajos.

4. Inspecciones del comité para la verificación de la limpieza y eliminación de sustancias tóxicas

El Comité Interinstitucional del SAAC, con acompañamiento del Subcomité de Limpieza y Descontaminación de Cascos del SAAC y/o invitados especiales, que sean llamados para realizar la verificación de los ex-buques y artefactos navales, realizarán las observaciones de carácter técnico en el sitio destinado de intervención, para cerciorarse que los trabajos descritos para el desmantelamiento, limpieza, descontaminación y retiro de sustancias tóxicas, se han sido ejecutados con éxito.

Se deberá establecer la ruta a de verificación, el equipo de seguridad necesario para el personal que realizará la inspección, tomar en cuenta el horario del día, evitando horas pico de sol, favoreciendo los horarios diurnos o previos a la puesta del sol. Tener contemplado recesos, estaciones de hidratación y cuerpos de emergencia en caso de ser necesaria atender cualquier eventualidad.

Establecer el horario de inicio y de cierre el cual debe estar asentado en el acta final. Una vez finalizado el recorrido y desahogado las observaciones técnicas, se procederá a hacer el cierre de la inspección y la firma del acta de conformidad.

A su vez, el Comité, en conformidad con las aprobaciones de las autoridades competentes, indicará la fecha para realizar el hundimiento.

5. Acta para la certificación de limpieza

Para la elaboración del Acta que certifique el proceso de limpieza y descontaminación del buque, el documento deberá contener al menos los siguientes elementos:

- Título del acta y motivo de su elaboración.
- Fecha, lugar y hora de la inspección o verificación.
- Lista de asistentes con nombre completo, cargo e institución.
- Antecedentes y justificación del proceso.
- Descripción detallada de las actividades realizadas.
- Determinaciones, hallazgos y observaciones relevantes.
- Conclusiones y recomendaciones finales.

Los miembros del Comité, deberán firmar junto a su nombre y al calce de cada hoja que contenga información, a fin de validar formalmente el contenido. Este documento será considerado como entregable oficial ante las autoridades competentes y podrá ponerse a disposición del público interesado, en cumplimiento con los principios de transparencia y trazabilidad del proceso.

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 8. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

COLIMA
Gobierno del Estado

Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

PROMOVENTE:
GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

Índice

I. INTRODUCCIÓN 4

I.1. Naturaleza del proyecto 4
I.2. Antecedentes. 8
I.3. Justificación 9
I.4. Programa de Manejo Ambiental (PMA) 11

II. OBJETIVOS 12

II.1. General 12
II.2. Particulares. 12

III. COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 13

III.1. Acuerdos interinstitucionales. 13
III.1.1. Objetivo particular 14
III.2. Componente de turismo sustentable 14
III.2.1. Objetivo particular 16
III.3. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias. 16
III.3.1 Objetivo particular 17
III.4. Componente de difusión, educación, capacitación e investigación 17
III.4.1. Objetivo particular 18
III.5. Componente monitoreo ambiental 18
III.5.1. Objetivo particular 19
III.6. Componente vigilancia ambiental 19
III.6.1. Objetivo particular 20

IV. DESARROLLO DE LAS MEDIDAS DE LOS COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO 21

IV.1 Acuerdos interinstitucionales 21
IV.2 Componente de turismo sustentable 22
IV.3 Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias 24
IV.4 Componente de difusión, educación, capacitación e investigación 26
IV.5 Componente de monitoreo ambiental permanente 28
IV.5.1 Subprograma de monitoreo del ambiente costero 28
IV.5.2 Subprograma de monitoreo de la calidad de agua 30
IV.5.3 Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina de los ex - buques 31

IV.5.4 Subprograma de monitoreo de turismo sustentable 32
IV.6 Componente de vigilancia ambiental 33

V. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO 35

V.1. Objetivo particular 36
V.2. Desarrollo 37
V.3. Metas e indicadores de éxito 37

VI. CALENDARIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 38

VI.1 Programa Año 1 38
VI.2 Programa Año 2 40
VI.3 Programa año 3-5 41

I. INTRODUCCIÓN.

I.1. Naturaleza del proyecto.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico, Asistida por la Subsecretaría de Turismo impulsa la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), una iniciativa estratégica de restauración ecológica y desarrollo turístico sustentable en la región costera del Pacífico Central Mexicano. Este proyecto tiene como eje la instalación de un arrecife artificial mediante el hundimiento controlado de los ex-buques “Cora” (BI-05) y “Baranda” (PO-123), donados por la Armada de México, así como de otros artefactos navales que cumplan con criterios de seguridad y compatibilidad ambiental.

El propósito principal del SAAC es generar nuevos hábitats marinos que favorezcan la colonización de especies arrecifales, promoviendo la recuperación de zonas impactadas por actividades humanas y fortaleciendo la biodiversidad local. El sitio elegido para el establecimiento del arrecife se ubica en las cercanías de Punta Juluapan, en una zona conocida como el Jardín de Juluapan, al oeste de la Bahía de Santiago, en el municipio de Manzanillo, Colima. La profundidad aproximada del área es de 20 metros, y se ha determinado su idoneidad con base en criterios oceanográficos, batimétricos y ecológicos favorables para la formación de comunidades marinas complejas.

Desde una perspectiva ambiental, el SAAC se concibe como una herramienta innovadora de restauración marina que contribuye a mitigar la pérdida de hábitats naturales, fomentar la resiliencia de los ecosistemas costeros frente al cambio climático y reducir la presión sobre los arrecifes naturales. Las estructuras sumergidas aumentan la heterogeneidad del fondo marino, generando superficies para el asentamiento de organismos

bentónicos como esponjas, algas coralinas y corales, los cuales, a su vez, propician la llegada de especies asociadas como peces, crustáceos y moluscos. Este proceso ecológico desencadena una sucesión biológica que da lugar a un ecosistema funcional, similar en estructura y dinámica a un arrecife natural.

Además de su valor ecológico, el proyecto tiene un importante componente socioeconómico al integrar prácticas de turismo sustentable y educación ambiental. El arrecife artificial servirá como atractivo para actividades de bajo impacto como el buceo recreativo, la fotografía submarina y los recorridos guiados, fortaleciendo la oferta turística de Manzanillo con una alternativa responsable y de valor agregado. La accesibilidad del sitio facilitará su aprovechamiento por operadores turísticos, escuelas de buceo, instituciones académicas y público en general, lo que favorecerá la diversificación económica de las comunidades costeras y el fomento de una cultura de conservación.

El diseño e implementación del SAAC se fundamentan en un enfoque multidisciplinario e interinstitucional, que incorpora principios de gobernanza colaborativa. Para ello, se establecerá un Comité Interinstitucional de Coordinación, integrado por dependencias de los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil, sector privado, centros de investigación y universidades. Este comité será responsable de supervisar todas las fases del proyecto, incluyendo: preparación y descontaminación de los buques, logística de hundimiento, monitoreo ecológico, manejo de riesgos y programas de educación y sensibilización ambiental.

La ejecución del Sistema Arrecifal Artificial de Colima se desarrollará de forma escalonada y bajo una planificación técnica rigurosa, conforme a las siguientes fases estratégicas:

Fase 1: Creación del Arrecife Artificial (Año 1)

Objetivo: Establecer la base del SAAC mediante el hundimiento de los ex-buques "Cora" (BI-05) y "Baranda" (PO-123).

Actividades:

- Preparación del sitio de hundimiento.
- Descontaminación y adecuación de los buques para garantizar la ausencia de materiales peligrosos.
- Supervisión del proceso de limpieza y adecuación por un comité especializado.
- Emisión del Certificado de Limpieza, que garantiza condiciones adecuadas para el hundimiento.

Fase 2: Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (Años 1- 5)

Objetivo: Ampliar y fortalecer el SAAC mediante la incorporación de otros artefactos arrecifales, como ex buques adicionales, aeronaves o estructuras diseñadas específicamente para la formación de hábitats marinos.

Fase 3: Creación del Museo Subacuático (Años 2-4)

Objetivo: Complementar el SAAC con un espacio educativo y cultural.

Ubicación: Dentro del área designada para el SAAC.

Características:

- Instalación de estructuras esculturales de materiales inertes, promoviendo la educación ambiental y cultural.
- Diseño temático definido por el Comité Interinstitucional, enfocado en la historia marítima y la conservación marina.

- Participación comunitaria mediante actividades de sensibilización y difusión.

Operación y mantenimiento

Como parte de las acciones de seguimiento y continuidad del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC), se ha establecido un periodo de operación y mantenimiento de 25 años posteriores al hundimiento de los buques, durante el cual se llevarán a cabo actividades sistemáticas de monitoreo ambiental, mantenimiento preventivo y vigilancia en la zona del arrecife y sus áreas de influencia.

Estas acciones tienen como objetivo garantizar la funcionalidad ecológica y la seguridad del sitio, así como evaluar el cumplimiento de los objetivos de conservación, desarrollo turístico sustentable y educación ambiental del proyecto. Los resultados de los monitoreos, incluyendo indicadores biológicos, físico-químicos y socioeconómicos serán reportados de manera periódica a las autoridades ambientales competentes mediante formatos técnicos previamente definidos y validados por las instancias responsables.

Este enfoque de operación a largo plazo permite que el SAAC se consolide no sólo como un instrumento de restauración ecológica, sino también como un motor de desarrollo económico regional, al generar oportunidades de empleo, impulsar cadenas productivas locales (como servicios turísticos, capacitación en buceo, transporte marítimo, entre otros) y posicionar a Manzanillo como un destino de referencia a nivel nacional e internacional en materia de turismo marino responsable.

La integración de actividades de conservación con prácticas de recreación consciente fortalece un modelo de desarrollo sustentable de largo plazo, en el que la protección de los recursos naturales se traduce en beneficios sociales, económicos y educativos para las comunidades locales. Este equilibrio entre aprovechamiento y conservación constituye uno de los pilares fundamentales de la operación del SAAC.

I.2. Antecedentes.

Los sistemas arrecifales artificiales son estructuras diseñadas y colocadas estratégicamente en ambientes marinos para promover el desarrollo de comunidades biológicas, imitando las funciones de los arrecifes naturales. Estos sistemas representan una herramienta eficaz para la conservación marina, ya que proporcionan refugio, sitios de alimentación y zonas de reproducción para diversas especies, contribuyendo a la biodiversidad local.

Además de sus beneficios ecológicos, los arrecifes artificiales también tienen un impacto positivo en las comunidades costeras, al fomentar actividades económicas sustentables como el turismo de buceo y la pesca deportiva, generando empleo e ingresos locales. Su implementación debe ser cuidadosamente planificada para garantizar que su diseño, ubicación y materiales sean compatibles con el ambiente marino, minimizando los impactos negativos y maximizando sus beneficios.

El éxito ambiental y turístico generado por la creación del **Sistema Arrecifal Artificial Sonorense (SAAS)** en San Carlos, Sonora, impulsó al Gobierno de Colima a replicar este modelo en Manzanillo, Colima, dando origen al **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)**.

El 16 de octubre de 2024, la Gobernadora Indira Vizcaíno Silva solicitó formalmente a la SEMAR la donación de buques en desuso para el proyecto, designando al Subsecretario de Turismo, el Ing. Jorge Padilla

Castillo, como enlace estatal. Esta iniciativa se alinea con el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027, que prioriza la reactivación económica mediante el turismo sostenible, la diversificación de ofertas y el aprovechamiento de recursos naturales con enfoque inclusivo.

La comunidad marítima de Manzanillo, junto con autoridades y empresarios, respalda proyectos ecológicos que equilibren el desarrollo turístico con la conservación ambiental, posicionando al SAAC como una oportunidad de bienestar social y crecimiento regional.

A nivel global, el uso de arrecifes artificiales ha sido una estrategia ampliamente validada en países como Japón, Estados Unidos, España y Australia, donde se han documentado aumentos significativos en biomasa, diversidad de especies y resiliencia frente a la degradación de hábitats naturales. Estas experiencias internacionales fortalecen el sustento técnico del SAAC y ofrecen referencias concretas para su diseño, monitoreo y evaluación a largo plazo. En el contexto local, la elección de buques históricos como base estructural no sólo aporta valor simbólico, sino que también permite atraer un nicho específico de turismo cultural y de aventura, integrando educación ambiental, recreación y restauración ecológica en un mismo espacio marino.

I.3. Justificación.

Los arrecifes artificiales representan una herramienta eficaz para la conservación marina y el desarrollo socioeconómico de las regiones costeras, al proporcionar sustrato para la colonización de especies bentónicas y facilitar la formación de complejas redes tróficas. Estas estructuras permiten el establecimiento de comunidades biológicas que, en poco tiempo, transforman superficies inertes en ecosistemas vibrantes, enriqueciendo la biodiversidad local. En el caso del **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)**, su implementación no solo contribuirá a la protección y recuperación de la vida marina en la región, sino que también

ofrecerá un espacio controlado y seguro para actividades de buceo recreativo, fortaleciendo la oferta turística de Manzanillo.

La elección de ex buques de la Secretaría de Marina como estructuras arrecifales añade un valor histórico y cultural al sitio, generando un atractivo inmediato para visitantes nacionales e internacionales. Estos barcos, adecuadamente preparados y sometidos a procesos de descontaminación, se transformarán en hábitats que favorecerán la colonización de organismos marinos, desde algas y esponjas hasta peces y otras especies pelágicas, promoviendo el equilibrio ecológico.

La interacción entre la biodiversidad emergente y las condiciones locales permitirá que el arrecife artificial evolucione de manera natural, alcanzando una mayor complejidad ecológica con el tiempo. Paralelamente, la gestión responsable del turismo asociado al SAAC garantizará que el flujo de visitantes se mantenga bajo control, minimizando impactos negativos y promoviendo prácticas sostenibles. Este modelo turístico no solo generará ingresos para la comunidad local a través de servicios como el buceo, la pesca deportiva y las visitas guiadas, sino que también incentivará la creación de empleos y el fortalecimiento de pequeñas empresas vinculadas al sector.

El SAAC se convertirá en un espacio de aprendizaje y concientización ambiental, involucrando a la población en actividades educativas y de monitoreo, fortaleciendo el sentido de pertenencia y el compromiso comunitario con la conservación marina. Al integrar conservación, turismo y desarrollo económico en una sola iniciativa, el proyecto se alinea con las políticas de desarrollo sostenible del estado de Colima, contribuyendo al bienestar social y ambiental de la región

I.4. Programa de Manejo Ambiental (PMA).

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) del **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)** es un instrumento técnico integral orientado a garantizar la conservación y aprovechamiento sostenible del arrecife artificial, minimizando impactos negativos y potenciando sus beneficios ambientales, sociales y económicos. El PMA se articula a través de componentes estratégicos que permiten una gestión eficiente del proyecto, asegurando su cumplimiento en concordancia con los principios de conservación marina y desarrollo sustentable.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico con la asistencia de la Subsecretaría de Turismo, como responsable de la implementación del PMA, deberá contar con la colaboración directa de algunas instituciones de los tres órdenes de gobierno, educativas, de investigación y del propio sector turístico que se pretende impulsar. En este sentido, se tendrán que crear las alianzas estratégicas que resulten necesarias con los involucrados para lograr los resultados previstos. Para el presente proyecto el programa de manejo ambiental está compuesto por los siguientes componentes:

1. Acuerdos interinstitucionales.
2. Componente turismo sustentable.
3. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.
4. Componente de difusión, educación, capacitación e investigación.
5. Componente monitoreo ambiental.
6. Componente vigilancia ambiental.

II. OBJETIVOS.

II.1. General.

Establecer un marco técnico y operativo para garantizar que las actividades relacionadas con el **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)** se realicen de manera sustentable, promoviendo la conservación de los ecosistemas marinos, el aprovechamiento responsable del sitio como atractivo turístico y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

II.2. Particulares.

1. Consolidar una gestión interinstitucional eficiente, integrando a organismos gubernamentales, instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado, asegurando una gobernanza colaborativa del SAAC.
2. Desarrollar y aplicar protocolos de turismo sustentable que regulen las actividades de buceo y navegación en el arrecife, garantizando la protección de las estructuras artificiales y la biodiversidad marina.
3. Implementar un plan de respuesta ante contingencias ambientales y emergencias que establezca acciones específicas para prevenir, mitigar y atender cualquier incidente que afecte el arrecife o la seguridad de los visitantes.
4. Promover la sensibilización y educación ambiental entre visitantes, operadores turísticos y la comunidad local, mediante campañas informativas, talleres y materiales educativos que fortalezcan la conciencia sobre la conservación marina.
5. Establecer un sistema de monitoreo ambiental que permita evaluar la evolución ecológica del arrecife artificial, identificando los cambios en la biodiversidad y la calidad del hábitat, y permitiendo ajustes en las estrategias de manejo.

6. Garantizar la vigilancia ambiental efectiva del SAAC, previniendo actividades ilícitas o prácticas no reguladas que puedan comprometer la integridad del arrecife y su biodiversidad.

III. COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

III.1. Acuerdos interinstitucionales.

El **SAAC** se fundamenta en una gestión colaborativa que integra a diversas instituciones públicas, privadas y académicas, estableciendo compromisos específicos para el desarrollo, operación y mantenimiento del arrecife artificial. Las entidades participantes comparten responsabilidades en la planificación, ejecución y supervisión del proyecto, fortaleciendo la transparencia y eficiencia de las acciones. Se formalizará la instalación de un Comité Interinstitucional, encargado de la toma de decisiones, seguimiento y evaluación de las actividades del proyecto. Este comité garantizará la participación de expertos en ecología marina, turismo sostenible, gestión ambiental y seguridad marítima, asegurando un enfoque multidisciplinario en cada etapa.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico con la asistencia de la Subsecretaría de Turismo, es responsable de la implementación del presente programa y deberá contar con la colaboración directa de algunas instituciones de los tres órdenes de gobierno, educativas, de investigación y del propio sector turístico que se pretende impulsar.

ÁREA	INSTITUCIÓN
Seguridad	SEMAR
Inspección ambiental	SEMAR PROFEPA IOP
Políticas de prevención de impactos ambientales	SEMARNAT IMADES H. Ayuntamiento de Manzanillo

Investigación y educación	SEMAR IOP Universidad de Colima
Prestadores de servicios turísticos	Escuelas de buceo Hoteles

III.1.1. Objetivo particular

Establecer una estructura de gobernanza colaborativa que integre a instituciones públicas, académicas, privadas y sociales, con el fin de coordinar, supervisar y evaluar de manera eficiente las acciones del SAAC en todas sus fases, garantizando transparencia, corresponsabilidad y cumplimiento normativo.

III.2. Componente de turismo sustentable.

El turismo sustentable en Manzanillo se concibe como una estrategia integral que busca equilibrar el aprovechamiento turístico del entorno marino con la conservación de sus recursos naturales, culturales y sociales. De acuerdo con los principios establecidos por la Organización Mundial del Turismo (OMT), se prioriza un modelo de desarrollo que contemple las repercusiones ambientales, económicas y sociales del turismo, garantizando beneficios equitativos para la población local y la protección del entorno para las futuras generaciones.

En el caso del **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)**, el componente de turismo sustentable tiene como objetivo convertir al arrecife artificial en una plataforma de recreación responsable, que potencie la vocación turística de Manzanillo sin comprometer la biodiversidad ni el equilibrio ecológico del área costera. Este componente está especialmente enfocado en el nicho de mercado del turismo de aventura y buceo recreativo, que ha mostrado un crecimiento sostenido en la región y representa una oportunidad concreta para diversificar la oferta turística del destino.

El sitio de hundimiento es idóneo para actividades de buceo tanto de nivel intermedio como avanzado. Esta accesibilidad, sumada a la riqueza escénica del

entorno, convierte al SAAC en un punto de alto valor para la recreación subacuática, que a su vez puede detonar una derrama económica diversificada: operadores de buceo, renta de embarcaciones, servicios de transporte, tiendas de artículos marinos, alimentación, hospedaje, fotografía turística, entre otros.

No obstante, el éxito del SAAC como atractivo turístico depende de la implementación de medidas de regulación, educación y monitoreo, que garanticen un uso responsable del sitio. Por ello, se establecerán protocolos específicos para:

- Regular el número máximo de visitantes por día, considerando la capacidad de carga ecológica del arrecife.
- Diseñar rutas de buceo señalizadas para evitar daños físicos a las estructuras colonizadas.

Capacitar a los prestadores de servicios turísticos locales en buenas prácticas ambientales y de seguridad subacuática.

- Fomentar el uso de boyas de amarre flotantes, en lugar de anclas, para minimizar impactos al fondo marino.
- Impulsar la certificación ambiental de los prestadores, promoviendo la adopción de sellos de calidad como la Certificación “S” de SECTUR o estándares internacionales como Green Fins o Blue Flag.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico con la asistencia de la Subsecretaría de Turismo, liderará esta estrategia mediante campañas de sensibilización, cursos de capacitación y el desarrollo de una normativa específica para el uso turístico del SAAC.

La colaboración con escuelas de buceo, cooperativas turísticas, hoteleros y actores comunitarios será fundamental para garantizar un modelo de gobernanza participativa que fortalezca el arraigo social del proyecto.

Este componente aplicará de manera transversal a todas las fases operativas del SAAC, desde la preparación de los buques hasta su consolidación como sitio turístico.

Durante la operación y mantenimiento del arrecife, se dará seguimiento a los

siguientes aspectos clave de desempeño ambiental:

- **a)** Cumplimiento de las disposiciones de la Capitanía de Puerto de Manzanillo en materia de navegación, seguridad y uso de zonas restringidas.
- **b)** Conservación de los ecosistemas marino-costeros vinculados al arrecife artificial.
- **c)** Manejo adecuado de combustibles y lubricantes por parte de embarcaciones turísticas.
- **d)** Gestión de residuos sólidos generados por operadores y visitantes.
- **e)** Control y tratamiento de aguas residuales en instalaciones turísticas asociadas.

El fortalecimiento del turismo sustentable en torno al SAAC no solo permitirá reducir la presión sobre los arrecifes naturales de la región, sino que posicionará a Manzanillo como un destino líder en conservación marina y recreación ecológica responsable, mejorando su imagen turística y elevando la competitividad del estado de Colima en el mercado nacional e internacional.

III.2.1. Objetivo particular

Regular y promover el uso turístico del SAAC bajo principios de sostenibilidad, mediante la implementación de buenas prácticas, límites de capacidad de carga, rutas seguras y capacitación a prestadores de servicios, para asegurar que las actividades recreativas no comprometan la integridad ecológica del arrecife artificial ni la experiencia del visitante.

III.3. Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias.

La implementación del **SAAC** contempla la posibilidad de eventos adversos que puedan poner en riesgo la integridad del arrecife o la seguridad de los visitantes. Para ello, previo al hundimiento de las embarcaciones, se establecerá un Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) que define protocolos específicos para la

prevención, atención y mitigación de contingencias ambientales y emergencias, este PRE deberá de ser del conocimiento de las autoridades y de los prestadores de servicio que ejecuten actividades dentro del SAAC. Elementos principales a considerar en la implementación del PRE:

- Se identificarán los principales riesgos potenciales, como derrames de hidrocarburos, eventos climáticos extremos, accidentes de buceo y daños por actividades turísticas no reguladas.
- Se implementarán sistemas de comunicación y alerta para la atención inmediata de emergencias.
- El personal operativo y los guías turísticos serán capacitados en primeros auxilios y protocolos de evacuación.
- Se realizarán simulacros anuales de respuesta ante contingencias ambientales, evaluando la efectividad del PRE.

III.3.1 Objetivo particular

Diseñar e implementar protocolos de prevención, respuesta y mitigación ante eventos ambientales o emergencias (como derrames, accidentes o fenómenos climáticos extremos), con el fin de salvaguardar la seguridad de los visitantes, la integridad de las estructuras sumergidas y la estabilidad ecológica del entorno marino donde se ubica el **SAAC**.

III.4. Componente de difusión, educación, capacitación e investigación.

El SAAC se concibe como una plataforma educativa que promueve la concienciación ambiental entre visitantes y población local, además de fomentar la generación de conocimiento científico en torno a los ecosistemas arrecifales. Así mismo, tiene el propósito de concientizar a la sociedad colimense de la riqueza de especies marinas que habitan en la costa de Manzanillo y su importancia ecológica.

- Se desarrollarán campañas de sensibilización dirigidas a turistas, operadores y la comunidad, destacando la importancia de la conservación marina.
- Los centros de buceo y operadores turísticos serán capacitados en educación ambiental para guiar de manera responsable a los visitantes.
- Se promoverá la realización de investigaciones científicas que permitan evaluar el desarrollo ecológico del arrecife artificial y su impacto en la biodiversidad.
- Las instituciones académicas serán incentivadas a participar en el monitoreo y generación de datos sobre la dinámica ecológica del SAAC.

III.4.1. Objetivo particular

Fomentar la participación de la sociedad mediante actividades de educación ambiental, capacitación a operadores turísticos y generación de conocimiento científico, promoviendo una cultura de conservación marina y fortaleciendo el compromiso comunitario hacia el resguardo del arrecife artificial y sus servicios ecosistémicos.

III.5. Componente monitoreo ambiental.

El monitoreo ambiental es fundamental para evaluar la evolución ecológica del SAAC, garantizando que las condiciones ambientales sean adecuadas para el desarrollo de la biodiversidad. Este componente va a permitir conocer la evolución de la colonización del ecosistema arrecifal artificial por especies marinas regionales y nuevas especies. Además, al mantener un monitoreo permanente, se espera determinar si existe algún impacto relacionado con las actividades de buceo deportivo que requiera ajustar el componente de turismo sustentable que permita el desarrollo sustentable del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

- Con base en las 7 estaciones de muestreo determinadas por el Instituto

Oceanográfico del Pacífico (IOP) se evaluarán parámetros fisicoquímicos como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y turbidez del agua de forma semestral y/o por temporada (estiaje/lluvias).

- Se realizará un seguimiento periódico de la biodiversidad asociada al arrecife, identificando las especies colonizadoras y su dinámica poblacional.
- Los datos obtenidos serán analizados y reportados al Comité Interinstitucional, permitiendo ajustes en las medidas de manejo según sea necesario.
- Los reportes de monitoreo serán de acceso público, promoviendo la transparencia y el compromiso comunitario.

III.5.1. Objetivo particular

Evaluar de forma permanente las condiciones fisicoquímicas del agua y la evolución biológica del SAAC mediante un sistema de monitoreo estandarizado, que permita identificar la colonización de especies, cambios en la biodiversidad y la calidad del hábitat, para ajustar las estrategias de manejo con base en evidencia científica.

III.6. Componente vigilancia ambiental

La protección del SAAC se asegurará mediante un sistema de vigilancia ambiental que garantizará el cumplimiento de las normas establecidas y previene actividades ilícitas que puedan comprometer la integridad del arrecife artificial, este componente se verá implementado por la Secretaria de Marina (SEMAR).

- Se establecerán rondines periódicos de vigilancia, tanto marítima como submarina, en colaboración con autoridades competentes (SEMAR).
- Los visitantes y operadores turísticos serán informados sobre las regulaciones del sitio, y se aplicarán sanciones para quienes las infrinjan.
- Las embarcaciones deberán cumplir con rutas de acceso establecidas y utilizar boyas de anclaje para evitar daños al sustrato.

- Se promoverá la participación comunitaria en actividades de vigilancia ambiental, fortaleciendo el sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el SAAC.

Además, se buscará emular el sistema de comunicación implementado en Sonora. Con base en el modelo aplicado en el Sistema Arrecifal Artificial Sonorense (SAAS), el SAAC contempla la implementación de un mecanismo de control similar para la protección del polígono arrecifal y la regulación de las embarcaciones que operen dentro del área. En este sentido, se emulará el funcionamiento del Sistema de Monitoreo de Embarcaciones, adoptando sus principios de geovigilancia y trazabilidad en tiempo real como base técnica. Sin embargo, el SAAC buscará innovar en su propia versión del sistema, incorporando funcionalidades complementarias que mejoren la eficiencia operativa y la participación comunitaria.

Entre las innovaciones propuestas se encuentra el desarrollo de una plataforma digital multientidad, que no solo registre el ingreso de embarcaciones mediante geocercas, sino que también integre módulos de reporte ciudadano, alerta ambiental inmediata y una bitácora digital accesible a prestadores de servicios turísticos.

III.6.1. Objetivo particular

Implementar un sistema de vigilancia permanente y efectiva, tanto en superficie como en el entorno subacuático, que permita garantizar el cumplimiento de las regulaciones establecidas, prevenir actividades ilícitas y asegurar el uso responsable del SAAC por parte de turistas, operadores y actores locales.

IV. DESARROLLO DE LAS MEDIDAS DE LOS COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO.

IV.1 Acuerdos interinstitucionales

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
-Acuerdos Interinstitucionales en los temas de interés del proyecto.	-Turismo sustentable -Seguridad. -Inspección ambiental. -Educación ambiental e investigación.	-Formalización de acuerdos de colaboración para asegurar el desarrollo sustentable del SAAC.	-Subsecretaría de Turismo (SUBSECTUR COLIMA).	Primer año del proyecto	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

IV.2 Componente de turismo sustentable

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Conservación ambiental	-Buenas prácticas ambientales de actividades acuáticas y de navegación	-Determinar rutas de buceo y zonas de exclusión. -Determinar el aforo del SAAC. -Hacer uso de las boyas de amarre; prohibido anclarse al fondo marino. -Uso de boyas para indicar presencia de buzos en la zona. -NO tocar, descansar o pararse sobre el arrecife. -NO desprender la biota marina del pegada al pecio. -No usar protectores solares y repelentes de insectos químicos. -Contar con licencias de buceo vigentes.	-SUBSECTUR COLIMA - IMADES -Empresas de buceo locales -Usuarios del SAAC	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC -Capacitación y difusión de disposiciones.
	-Zona libre de pesca	-Solicitud de restricción de pesca en el polígono del SAAC	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales -INAPESCA	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC

Manejo de residuos	-Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	-Contar con contenedores con tapa y debidamente a bordo de la embarcación. -Indicar a los turistas la ubicación de los contenedores al inicio del viaje. -Queda prohibido arrojar residuos al agua. -Correcta disposición de los residuos sólidos al finalizar el viaje por los prestadores de servicios o sitios autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental
	-Gestión de Residuos Peligrosos (RP)	– No arrojar RP al agua considerados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. – Disponer de contenedores de sellado herméticos para su disposición. – Pilas y aparatos electrónicos en desuso deben ser tratados como RP. – No realizar trabajos de mantenimiento en altamar. – No desechar aguas de sentina en el sitio del proyecto. -Disponer adecuadamente los RP a través de empresas especializadas autorizadas.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental
Manejo de	-Manejo seguro de combustibles	-Uso de envases plásticos o metálicos de sellado	-SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Supervisión ambiental. -Evidencia documental.

combustibles y lubricantes	y lubricantes.	hermético. -Extremar cuidados durante el traslado y trasvase de combustibles y lubricantes.	-Empresas de buceo locales		-Informe ambiental.
Aguas residuales	-Gestión de aguas residuales de uso sanitario y doméstico (aguas negras y grises).	-No desechar aguas sanitarias en el sitio del proyecto. -Disponer las aguas sanitarias en sitios permitidos o través de prestadores de servicio autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

IV.3 Componente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Gestión de contingencias ambientales	-Derrames de hidrocarburos	-Reportar a las autoridades: SEMAR, PROFEPA y SUBSECTUR COLIMA. -Emplear cercos de contención y retirar con materiales absorbentes de hidrocarburos. -Depositar los RP en contenedores sellables. -Disponer los RP con	-Empresas de buceo locales -Autoridad ambiental competente	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe Ambiental -Reportes

		prestadores de servicios autorizados. -Aplicar las medidas de mitigación y compensación ante posibles daños ambientales.			
Gestión de contingencias meteorológicas	-Huracanes -Marejada intensa	-Atender las medidas previstas por SEMAR y Protección Civil. -Prohibir actividades acuáticas en el sitio.	-Empresas de buceo locales -SEMAR. -Protección Civil. -SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Reportes -Boletines oficiales
Emergencias de las embarcaciones	-Averías mecánicas, vías de agua, hundimiento, etc.	-Alerta temprana a la base operativa de la empresa prestadora de servicios turísticos. -Alerta a SEMAR. -Llamado de emergencia, en su caso.	-Empresas de buceo locales -SEMAR	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.
Emergencias médicas.	-Ahogamiento por inmersión. Problemas de salud.	-Alerta a la autoridad de puerto. -Llamado de emergencia, en su caso, a Protección Civil.	-Empresas de buceo locales - Protección Civil.	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.

IV.4 Componente de difusión, educación, capacitación e investigación.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Investigación científica	-Líneas de investigación	-Desarrollar investigaciones científicas para determinar los cambios en el ecosistema después del hundimiento de los barcos.	-Universidad de Colima.	Periódico (cada año)	-Evidencia documental -Informe ambiental
Difusión ambiental	-Campañas de sensibilización digitales -Medios impresos -Educación ambiental	-Producción de videos cortos e infografías publicadas por redes sociales y páginas web. -Carteles, manuales, trípticos, etc. -Pláticas y talleres. -Éstos contemplarán la descripción de los servicios ambientales prestados sistema, biota marina y arrecifes artificiales como modelo de desarrollo sustentable y otros	-SUBSECTUR COLIMA -H. Ayuntamiento Manzanillo -IMADES	Permanente	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		temas asociados.			
Capacitación	-Capacitación a operadores turísticos	-Formación en medidas de turismo sustentable, atención ante contingencias, reglas de operación del SAAC y otros.	-SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Cursos especializados -Evidencia documental
Educación ambiental	-Creación de un repositorio de especies avistadas -Conversatorios alusivos al desarrollo del proyecto	-Implementar un sistema logístico de compilación de información. -En colaboración con IMADES y Universidad de Colima elaborar contenido referente al cuidado del medio ambiente Marino.	-IMADES -SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	-Base de datos pública. -Evidencia documental. -Informe ambiental

IV.5 Componente de monitoreo ambiental permanente

IV.5.1 Subprograma de monitoreo del ambiente costero

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Ambiente costero.	-Orientación de los pecios.	-Dirección de la orientación longitudinal de los pecios.	-Realizar batimetría detallada con sonda multihaz. -Elaborar un plano cartográfico que incluya los rumbos de orientación. -Análisis de la deriva angular del pecio respecto a su posición original (en su caso).	-Inicial (al mes del hundimiento) -Semestrales años 1y 2).	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Morfología costera.	-Batimetría	-Batimetría detallada con sonda multihaz.	-Semestrales años 1y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Oceanografía física	-Oleaje (intensidad y dirección).	-Modelación de la intensidad del oleaje y posible refracción de su dirección.	- Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Corrientes (modelación numérica).	-Modelación esperada de corrientes dominantes.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Modelación de transporte sedimentario.	-Modelación esperada del transporte litoral de sedimentos (escenarios con y sin proyecto) en temporadas invernal y de verano. -Validación y calibración con muestras sedimentarias en el sitio de estudio.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría.

	– Sustrato marino	-Granulometría.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de granulometría.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Contenido de materia orgánica.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de contenido de materia orgánica.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Análisis CRIT (NOM-054 SEMARNAT-2005).	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de la prueba CRIT según NOM-054-SEMARNAT-2005 en laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).	Anual años 1 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
	–Productividad primaria	-Método de la botella clara y oscura (Gaarner y Gran, 1927)	-Recolecta de muestras de agua a diferentes profundidades. -Incubación de muestras en botellas claras y oscuras.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.

IV.5.2 Subprograma de monitoreo de la calidad de agua.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Calidad de agua	-Parámetros fisicoquímicos "in situ".	-Temperatura (°C), salinidad (ppm), pH, oxígeno disuelto (mg/L), turbidez y transparencia (secchi).	-Campaña de registro de parámetros ambientales in situ con ayuda de sonda multiparamétrica y disco de secchi.	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP). -Instituciones de investigación
	-Parámetros analizados en laboratorio.	-Nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. -Demanda bioquímica de oxígeno. -Sólidos suspendidos totales. Parámetros de la NOM-001- SEMARNAT-2021.	-Campaña para toma de muestras. -Análisis en laboratorio acreditable ante la EMA. -Análisis según parámetros de la NOM- 001-SEMARNAT-2021	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP (no acreditado) -Instituciones de investigación. -Laboratorio acreditado
	-Análisis Bacteriológico	-Enterococos	-Campaña de colecta de muestras	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP -Instituciones de investigación
	-Químicos Persistentes (CRIT)	-Metales Traza (Fe, Cu, Cd, Químicos orgánicos	-Campaña para colecta de muestras. -Laboratorio acreditado ante la EMA (CRIT)	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Laboratorio acreditado

IV.5.3 Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina de los ex - buques

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Colonización de los pecios	Organismos bentónicos.	-Distribución y cobertura de organismos bioincrustantes. -Registro de biota nociva, exótica o invasora. -Abundancia, densidad y biodiversidad coralina.	-Monitoreo mensual con reportes Semestrales -Los establecidos en la resolutiva del MIA.	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Atracción de peces y otros organismos nectónicos.	-Abundancia, densidad y biodiversidad	-Monitoreo mensual con reportes semestrales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Fitoplancton y zooplancton	-Distribución y abundancia.	-Monitoreo cuatrimestral con reportes anuales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

IV.5.4 Subprograma de monitoreo de turismo sustentable

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Residuos	-Residuos suspendidos en el agua. -Basura en el fondo marino.	-Abundancia relativa de residuos -Peso.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Rastros de pesca	-Presencia de redes, o equipos de pesca en el sitio del arrecife artificial.	-Número de elementos.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Anclaje fuera del área destinada para fondeo	-Fondeo fuera del área destinada	-Evidencia de anclaje fuera del área destinada o directamente en el arrecife artificial.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Daño al arrecife	-Retiro de partes de los pecios que forman el arrecife artificial	-Superficie dañada total. -% de superficie dañada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

IV.6 Componente de vigilancia ambiental

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Vigilancia ambiental	Seguimiento al cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental propuestas en la MIA-P, resolutivo ambiental y el presente programa de manejo ambiental.	-Supervisión ambiental. -Vigilar el cumplimiento de: oComponente de ejecución de las medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales. oComponente turismo sustentable. oComponente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias. o Componente de difusión, educación, capacitación e investigación. oComponente de monitoreo ambiental. -Valoración integral	-SUBSECTUR COLIMA. -Supervisor ambiental.	-Programa de trabajo anual por 5 años. -Mantener medidas de vigilancia ambiental periódica durante la etapa de operación y mantenimiento.	-Informe ambiental -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		del programa de manejo. -Diagnosticar de manera integral el avance del proyecto. -Elaboración de reportes a la autoridad ambiental.			
Control de embarcaciones que ingresan al SAAC	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones	-Monitoreo remoto en tiempo real. Propósito: Garantizar el control y monitoreo de las embarcaciones (de recreo, buceo, investigación, etc.) que ingresen al polígono del SAAC; las cuales además de cumplir los requisitos impuestos por la Capitanía Regional del Puerto de Manzanillo, deberán contar con los medios de localización y telemática necesaria para monitorear en tiempo real su ingreso y estancia en el SAAC.	-SUBSECTUR COLIMA. -Capitanía Regional del Puerto de Manzanillo. -Estación Naval de Búsqueda y Rescate de la Secretaría de Marina (ENSAR).	-Desarrollo inmediato del sistema y monitoreo de embarcaciones 6 meses posterior al inicio del proyecto.	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

V. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO

El proceso de evaluación y seguimiento del Programa de Manejo Ambiental (PMA) constituye un componente esencial para garantizar la eficacia y congruencia de las acciones implementadas en el marco del **Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)**. Este proceso tiene como finalidad generar un mecanismo sistemático y continuo de verificación del cumplimiento de objetivos, desempeño de estrategias, y resultados obtenidos en relación con la conservación del arrecife, el uso turístico sustentable y la protección del entorno marino.

La evaluación se llevará a cabo mediante indicadores cuantitativos y cualitativos previamente definidos, que permitirán medir los avances en cada uno de los componentes del PMA (acuerdos interinstitucionales, turismo sustentable, atención a contingencias, educación, monitoreo ambiental y vigilancia). La periodicidad del seguimiento será determinada por el Comité Interinstitucional del SAAC, con base en los tiempos operativos de cada componente, la disponibilidad de información y la naturaleza de los indicadores.

Para la recopilación de datos se emplearán instrumentos técnicos como formularios de inspección, bitácoras de actividades, registros de visitas, informes de monitoreo biológico y fisicoquímico, así como encuestas de percepción social y turística. Toda la información será sistematizada en un repositorio digital accesible para las instituciones responsables, garantizando transparencia, trazabilidad y acceso público a los resultados.

Asimismo, se establecerán mecanismos de retroalimentación interna que permitan ajustar de forma oportuna las acciones y estrategias del PMA. En caso de detectar desviaciones significativas, impactos no previstos o deficiencias operativas, el Comité Interinstitucional podrá proponer modificaciones al programa, reforzando su carácter flexible, adaptativo y basado en evidencia.

Este componente también considera la elaboración de informes semestrales y anuales de cumplimiento ambiental, los cuales incluirán análisis comparativos,

evaluación de tendencias, avances por componente y recomendaciones específicas. Estos informes serán puestos a disposición de la autoridad ambiental correspondiente, así como de las entidades participantes en el SAAC, con el fin de mantener una gestión colaborativa y técnicamente sustentada.

V.1. Objetivo particular

Establecer un sistema integral de seguimiento técnico y evaluación periódica del Programa de Manejo Ambiental del SAAC, que permita medir su desempeño, asegurar el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y promover la mejora continua en sus acciones de conservación, operación y gestión.

V.2. Desarrollo

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Evaluación y seguimiento del PMA.	Generación y evaluación de indicadores del desempeño basado en el programa de manejo ambiental.	-Recaudación de información del desempeño ambiental. -Diagnóstico de la información recabada. -Considerar factores como eventos meteorológicos, afluencia y otros que puedan casuar variaciones de resultados.	-SUBSECTUR COLIMA. -Supervisor ambiental.	Programa de trabajo anual por 5 años.	-Informe ambiental -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

V.3. Metas e indicadores de éxito

Componente	Meta	Indicador de éxito
Acuerdos interinstitucionales	Establecimiento de convenios o instrumentos de colaboración que atiendan temas de interés particular o común entre las partes.	-Número de convenios individuales o colectivos por tema de interés.

Turismo sustentable	Firma de convenios de coordinación en gestión ambiental con prestadores de servicios turísticos, para establecer compromisos y responsabilidades compartidas.	-100 % de avance anual en el cumplimiento de los protocolos de turismo sustentable. -Capacitación del 100% de los prestadores de servicios. -Satisfacción alta del turista
Monitoreo ambiental	Implementar y documentar la aplicación de todos los protocolos establecidos, asegurando su cumplimiento y seguimiento.	-Indicadores de calidad ambiental y desarrollo biótico seleccionados.

VI. CALENDARIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

VI.1 Programa Año 1

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL		MESES DEL AÑO 1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	**Acuerdos Interinstitucionales**												
	Firma de Acuerdos Interinstitucionales												
II	**Componente de Turismo Sustentable**												
II.1	Capacidad de Carga Máxima de visitantes												
II.2	Capacitación de operadores turísticos												
II.3	Conservación de los ecosistemas												
II.4	Manejo de Residuos Solidos												
II.5	Manejo de Combustibles y lubricantes												
II.6	Gestión de Residuos de Manejo Especial												
II.7	Control de Residuos Peligrosos												
II.8	Aguas residuales												

III	**Componente de Atención a Contingencias Ambientales y otras emergencias**												
III.1	Riesgos Potenciales												
III.2	Gestión de Contingencia Ambiental												
III.3	Gestión de Contingencia Meteorológica												
III.4	Simulacros Ambientales												
III.5	Emergencias de la Embarcación												
III.6	Emergencias Medicas												
IV	**Componente de Difusión, Educación Ambiental, Capacitación e Investigación**												
IV.1	Campaña de Sensibilización												
IV.2	Investigaciones Científicas												
IV.3	Difusión Ambiental												
IV.4	Educación Ambiental												
V	**Componente de Monitoreo Ambiental**												
	Programa Permanente de Monitoreo Ambiental												
V.1	Evaluar parámetros fisicoquímicos												
V.2	Monitoreos y limpieza de espacios												
V.3	Biodiversidad Asociada al arrecife												
V.4	Daños Ambientales												
V.5	Actividad antropogénica												
VI	**Componente de Vigilancia Ambiental**												
VI.1	Supervisión ambiental												
VI.2	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones												

VI.2 Programa Año 2

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL		MESES DEL AÑO 1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	**Acuerdos Interinstitucionales**												
	Firma de Acuerdos Interinstitucionales												
II	**Componente de Turismo Sustentable**												
II.1	Capacidad de Carga Máxima de visitantes												
II.2	Capacitación de operadores turísticos												
II.3	Conservación de los ecosistemas												
II.4	Manejo de Residuos Solidos												
II.5	Manejo de Combustibles y lubricantes												
II.6	Gestión de Residuos de Manejo Especial												
II.7	Control de Residuos Peligrosos												
II.8	Aguas residuales												
III	**Componente de Atención a Contingencias Ambientales y otras emergencias**												
III.1	Riesgos Potenciales												
III.2	Gestión de Contingencia Ambiental												
III.3	Gestión de Contingencia Meteorológica												
III.4	Simulacros Ambientales												
III.5	Emergencias de la Embarcación												
III.6	Emergencias Medicas												
IV	**Componente de Difusión, Educación Ambiental, Capacitación e Investigación**												
IV.1	Campaña de Sensibilización												
IV.2	Investigaciones Científicas												
IV.3	Difusión Ambiental												
IV.4	Educación Ambiental												
V	**Componente de Monitoreo Ambiental**												

	Programa Permanente de Monitoreo Ambiental												
V.1	Evaluar parámetros fisicoquímicos												
V.2	Monitoreos y limpieza de espacios												
V.3	Biodiversidad Asociada al arrecife												
V.4	Daños Ambientales												
V.5	Actividad antropogénica												
VI	**Componente de Vigilancia Ambiental**												
VI.1	Supervisión ambiental												
VI.2	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones												

VI.3 Programa año 3-5

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL		MESES DEL AÑO 1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	**Acuerdos Interinstitucionales**												
	Firma de Acuerdos Interinstitucionales												
II	**Componente de Turismo Sustentable**												
II.1	Capacidad de Carga Máxima de visitantes												
II.2	Capacitación de operadores turísticos												
II.3	Conservación de los ecosistemas												
II.4	Manejo de Residuos Solidos												
II.5	Manejo de Combustibles y lubricantes												
II.6	Gestión de Residuos de Manejo Especial												
II.7	Control de Residuos Peligrosos												
II.8	Aguas residuales												
III	**Componente de Atención a Contingencias Ambientales y otras emergencias**												
III.1	Riesgos Potenciales												
III.2	Gestión de Contingencia Ambiental												

III.3	Gestión de Contingencia Meteorológica												
III.4	Simulacros Ambientales												
III.5	Emergencias de la Embarcación												
III.6	Emergencias Medicas												
IV	**Componente de Difusión, Educación Ambiental, Capacitación e Investigación**												
IV.1	Campaña de Sensibilización												
IV.2	Investigaciones Científicas												
IV.3	Difusión Ambiental												
IV.4	Educación Ambiental												
V	**Componente de Monitoreo Ambiental**												
	Programa Permanente de Monitoreo Ambiental												
V.1	Evaluar parámetros fisicoquímicos												
V.2	Monitoreos y limpieza de espacios												
V.3	Biodiversidad Asociada al arrecife												
V.4	Daños Ambientales												
V.5	Actividad antropogénica												
VI	**Componente de Vigilancia Ambiental**												
VI.1	Supervisión ambiental												
VI.2	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones												

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 9. PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

COLIMA Gobierno del Estado

Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

PROMOVENTE:
GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS 2

I. INTRODUCCIÓN 4

II. OBJETIVOS 5

II.1 **General** 5

II.2 **Particulares** 5

III. PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE 6

III.1 **Subprograma de monitoreo del ambiente costero** 6

III.2 **Subprograma de monitoreo de la calidad de agua** 8

III.3 **Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina de los ex - buques** 9

III.4 **Subprograma de monitoreo de turismo sustentable** 10

IV. DESARROLLO Y METODOLOGÍAS DEL PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE 11

IV.1 **Subprograma de monitoreo del ambiente costero** 11

IV.1.1 Morfología costera. 11

IV.1.1.2 Orientación del pecio 11

IV.1.1.3 Levantamiento batimétrico 12

IV.1.2 Oceanografía física 14

IV.1.2.1 Mediciones de oleaje y corrientes. 14

IV.1.2.2 Modelación de patrón de corrientes en el sitio de vertimiento 15

IV.1.2.3 Modelación de transporte sedimentario en el sitio de vertimiento 16

IV.1.3 Sustrato marino. 16

IV.1.3.1 Estudio de granulometría en el área del hundimiento 16

IV.1.3.2 Contenido de materia orgánica 17

IV.1.4 Productividad primaria 18

IV.1.4.1 Productividad primaria (botella clara y oscura) 18

IV.1.2 **Subprograma de monitoreo de calidad de agua marina** 20

IV.1.2.1 Parámetros fisicoquímicos de agua registrados in situ 20

IV.1.2.2 Nutrientes, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales 21

IV.1.2.3 Bacteriología 21

IV.1.2.4 Químicos Persistentes 22

IV.2 Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina del ex - buque 22

IV.2.1 Monitoreo de colonización de organismos bentónicos 22

IV.2.2 Monitoreo de atracción de peces y otros organismos nectónicos. 23

IV.2.3 Estructura y composición del fitoplancton y zooplancton en el área del proyecto. 24

IV.2.4 Índices de abundancia, diversidad y equidad 24

IV.3 Subprograma de monitoreo de turismo sustentable 26

IV.3.1 Monitoreo submarino 26

MANEJO DE IMPACTOS NO IDENTIFICADOS O CONSIDERADOS 27

INFORMES A LA AUTORIDAD AMBIENTAL 27

V. CALENDARIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE. AÑOS 1 Y 2 (2025-2026): MONITOREO SEMESTRAL 28

VI. REFERENCIAS 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de satélite del área de levantamiento batimétrico a realizar con equipo multihaz, en el área de hundimiento de los ex– buques “Cora” (ARE-04) y “Baranda” (PO-123) en el municipio de manzanillo. col.....11

Figura 2. Batimetría del polígono propuesto para la creación del sistema arrecifal artificial de colima.

.....14

Figura 3. Estaciones para la toma de muestras de sedimentos para análisis de granulometría en la zona del proyecto.....17

Figura 4. Estaciones para la toma de muestras de agua para la determinación de productividad en la zona del proyecto.....18

Figura 5. Ubicación del polígono donde se establecerá una estación de muestreo para recolectar muestras de agua para análisis de nutrientes, temperatura (°c), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mg/l), ph y transparencia, en el sitio del proyecto.....21

I. INTRODUCCIÓN.

El presente instrumento define los términos de referencia del Programa de Monitoreo Permanente, el cual forma parte del componente de monitoreo ambiental del Programa de Manejo Ambiental del proyecto "Creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC)". Dicha iniciativa es promovida por el Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico, con asistencia de la Subsecretaría de Turismo, y comprende el hundimiento de los exbuques “Cora” (ARE-04) y “Baranda” (PO-123), de la Armada de México, así como de otros artefactos navales, en Manzanillo, Colima.

El Programa de Monitoreo Permanente incluye:

- Subprograma de monitoreo del ambiente costero.
- Subprograma de monitoreo de la calidad del agua marina.
- Subprograma de la colonización por biota marina de los ex – buques.
- Subprograma de monitoreo de turismo sustentable.

Este documento define los objetivos y alcances específicos de cada subprograma, junto con los indicadores de desempeño ambiental sujetos a monitoreo. Dicho seguimiento tendrá como propósito fundamental evaluar el éxito de las medidas implementadas, estableciendo los parámetros para vigilar la calidad de los diversos factores ambientales potencialmente afectados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, incluyendo sus respectivos sistemas de control y medición.

La información derivada de la evaluación de los indicadores permitirá, de ser requerido, la implementación de medidas preventivas y correctivas. En consecuencia, el programa de monitoreo, en conjunción con las demás medidas del Programa de Manejo Ambiental, funcionará como una herramienta de gestión que retroalimentará las acciones existentes, con el fin de atenuar o eliminar todos los impactos ambientales.

Cabe señalar que el Programa de Manejo Ambiental incluye la etapa operativa del proyecto en sus distintas fases. La ejecución de estas fases demandará intensificar las actividades de monitoreo dirigidas a la biota bentónica y pelágica asociada al sitio.

II. OBJETIVOS.

II.1 General.

Implementar un sistema de seguimiento ambiental que posibilite verificar el grado de cumplimiento y la eficacia de las acciones contenidas en el Programa de Manejo Ambiental asociado a la formación de un arrecife artificial con el hundimiento de las exembarcaciones “Cora” (ARE-04) y “Baranda” (PO-123) de la Armada de México, en la zona costera de Manzanillo, Colima.

II.2 Particulares.

- Caracterizar, a través del subprograma de monitoreo del ambiente costero, modificaciones en la morfología litoral, régimen hidrodinámico, transporte de sedimentos, concentración de materia orgánica, presencia de contaminantes peligrosos en el lecho marino y productividad primaria, como consecuencia de la ejecución del proyecto.

- Ejecutar el subprograma de calidad del agua mediante la obtención de registros in situ de los parámetros fisicoquímicos y biológicos pertinentes.

- Documentar, mediante el subprograma de monitoreo de la colonización de biota marina, el proceso de sucesión ecológica en los exbuques “Cora” y “Baranda”, monitoreando tanto las comunidades bentónicas sésiles sobre el sustrato como las poblaciones de necton, fitoplancton y zooplancton asociadas a las estructuras.

- Evaluar la adopción y el resultado de las buenas prácticas de manejo dentro del subprograma de turismo sustentable, enfocado a las actividades de buceo recreativo y náutica.

III. PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE

III.1 Subprograma de monitoreo del ambiente costero. Etapa:

Operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Ambiente costero.	-Orientación de los pecios.	-Dirección de la orientación longitudinal de los pecios.	-Realizar batimetría detallada con sonda multihaz. -Elaborar un plano cartográfico que incluya los rumbos de orientación. -Análisis de la deriva angular del pecio respecto a su posición original (en su caso).	-Inicial (al mes del hundimiento) -Semestrales años 1 y 2).	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Morfología costera.	-Batimetría	-Batimetría detallada con sonda multihaz.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Oceanografía física	-Oleaje (intensidad y dirección).	-Modelación de la intensidad del oleaje y posible refracción de su dirección.	- Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Corrientes (modelación numérica).	-Modelación esperada de corrientes dominantes.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Modelación de transporte sedimentario.	-Modelación esperada del transporte litoral de sedimentos (escenarios con y sin proyecto) en temporadas invernal y de verano. -Validación y calibración con muestras sedimentarias en el sitio de estudio.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría.

	– Sustrato marino	-Granulometría.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de granulometría.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Contenido de materia orgánica.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de contenido de materia orgánica.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Análisis CRIT (NOM-054 SEMARNAT-2005).	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de la prueba CRIT según NOM-054-SEMARNAT-2005 en laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).	Anual años 1 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
	–Productividad primaria	-Método de la botella clara y oscura (Gaarner y Gran, 1927)	-Recolecta de muestras de agua a diferentes profundidades. -Incubación de muestras en botellas claras y oscuras.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.

III.2 Subprograma de monitoreo de la calidad de agua. Etapa:

Operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Calidad de agua	-Parámetros fisicoquímicos "in situ".	-Temperatura (°C), salinidad (ppm), pH, oxígeno disuelto (mg/L), turbidez y transparencia (secchi).	-Campaña de registro de parámetros ambientales in situ con ayuda de sonda multiparamétrica y disco de secchi.	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP). -Instituciones de investigación
	-Parámetros analizados en laboratorio.	-Nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. -Demanda bioquímica de oxígeno. -Sólidos suspendidos totales. Parámetros de la NOM-001- SEMARNAT-2021.	-Campaña para toma de muestras. -Análisis en laboratorio acreditable ante la EMA. -Análisis según parámetros de la NOM- 001-SEMARNAT-2021	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP (no acreditado) -Instituciones de investigación. -Laboratorio acreditado
	-Análisis Bacteriológico	-Enterococos	-Campaña de colecta de muestras	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP -Instituciones de investigación
	-Químicos Persistentes (CRIT)	-Metales Traza (Fe, Cu, Cd, Químicos orgánicos	-Campaña para colecta de muestras. -Laboratorio acreditado ante la EMA (CRIT)	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Laboratorio acreditado

III.3 Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina de los ex - buques. Etapa: Operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Colonización de los pecios	Organismos bentónicos.	-Distribución y cobertura de organismos bioincrustantes. -Registro de biota nociva, exótica o invasora. -Abundancia, densidad y biodiversidad coralina.	-Monitoreo mensual con reportes Semestrales -Los establecidos en la resolutiva del MIA.	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Atracción de peces y otros organismos nectónicos.	-Abundancia, densidad y biodiversidad	-Monitoreo mensual con reportes semestrales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Fitoplancton y zooplancton	-Distribución y abundancia.	-Monitoreo cuatrimestral con reportes anuales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

III.4 Subprograma de monitoreo de turismo sustentable.

Etapa: Operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Residuos	-Residuos suspendidos en el agua. -Basura en el fondo marino.	-Abundancia relativa de residuos -Peso.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Rastros de pesca	-Presencia de redes, o equipos de pesca en el sitio del arrecife artificial.	-Número de elementos.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Anclaje fuera del área destinada para fondeo	-Fondeo fuera del área destinada	-Evidencia de anclaje fuera del área destinada o directamente en el arrecife artificial.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Daño al arrecife	-Retiro de partes de los pecios que forman el arrecife artificial	-Superficie dañada total. -% de superficie dañada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

IV. DESARROLLO Y METODOLOGÍAS DEL PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE.

IV.1 Subprograma de monitoreo del ambiente costero.

IV.1.1 Morfología costera.

IV.1.1.2 Orientación del pecio.

La orientación será una medida de la estabilidad que guarda el pecio en el sustrato marino. Por tal motivo se monitoreará la orientación mediante un levantamiento batimétrico con equipo multihaz, el objetivo es realizar un levantamiento hidrográfico en dicha área de tipo 1ª, según las normas de la OHI (Figura 1).

Los valores del sondaje deberán ser colectado al 95% de nivel de confianza. El levantamiento inicial se realizará antes de finalizar el primer mes del evento de hundimiento y de forma semestral durante el año 1 y 2 (en caso de que ocurran eventos meteorológicos). Sí en esos años no se estabiliza el pecio sobre el sustrato se continuará con el monitoreo de manera anual hasta el año 5; caso contrario, se suspende el monitoreo.



Figura 1. Imagen de satélite del área de levantamiento batimétrico a realizar con equipo multihaz, en el área de hundimiento de los ex– buques “Cora” (ARE-04) y “Baranda” (PO-123) en el Municipio de Manzanillo. Col.

Al efectuar los trabajos de levantamiento batimétrico, se realizarán correcciones en tiempo real por efecto de variación de mareas, profundidad del transductor bajo el nivel del agua y variación por oleaje durante el

levantamiento.

El equipo de ecosonda deberá contar con al menos las siguientes características: multi haz con una cobertura de barrido de por lo menos 160° grados operada en una frecuencia de 220 - 440kHz. Deberá contar con sensor compensador de movimiento que permita ajustar en tiempo real las lecturas del equipo multi haz, así como sistema indicador de velocidad de sonido en tiempo real. El equipo de posicionamiento por satélite GPS debe ser capaz de procesar como mínimo la señal de 8 satélites en forma simultánea para determinar así la posición móvil (embarcación) mediante el método DIFERENCIAL o RTK y contar con PPS para cronometrar con precisión y mantener sincronizados todos los datos de los instrumentos.

Tanto el software de recolección de recolección de datos como la interfaz deben ser comerciales y de uso profesional para aplicación hidrográfica. La calibración del equipo multi haz se realizará mediante el método parcheo, estas compensaciones comprenden (cabeceo, balanceo, guiñada y asentamiento) esto con el fin de determinar los ángulos de montaje del equipo sobre la embarcación. El marco geocéntrico tendrá un Datum WGS84 referencial basado en el Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRF), la proyección en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) y la posición de cada uno de los sensores e instrumentos, así como el formato de entrada de las cadenas de datos.

Para el control horizontal, los puntos de control primarios para la ubicación de la posición de la estación de referencia se colocará el GPS base sobre un vértice GPS determinado por observación estática con liga a vértice GPS de la Red Geodésica Nacional Activa del INEGI y referenciados al Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI).

IV.1.1.3 Levantamiento batimétrico.

En primera instancia, se establecerán puntos de control calibrados a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); para ello se colocará el receptor base de Posicionamiento Global Satelital GPS sobre los puntos de control existentes por un periodo superior a una hora posteriormente, los datos se exportarán desde la colectora

para proceder a realizar la corrección diferencial y ligar los trabajos a la RGNA mediante un software especializado para este tipo de trabajos.

Para el levantamiento batimétrico se instalarán equipos interconectados de ecosonda, GPS y de cómputo con software hidrográfico. Una vez calibrados los equipos se realizará el levantamiento batimétrico siguiendo un plan de navegación con transectos equidistantes a cada 50 metros. Se recomienda utilizar para los trabajos un ecosonda de doble frecuencia y receptores GPS con capacidad para corrección en tiempo-real (RTK) y precisión inferior a 1 cm en su posición, previa calibración por profundidad de instalación del instrumento (offset) y velocidad del sonido (SV). Los datos resultantes serán corregidos por marea y filtrados en post proceso para eliminar datos falsos producto de pérdida de señal, turbulencia u otras fuentes de error. La información de la base de datos batimétricos resultante será presentada en planos en planta, mostrando isobatas a una separación y escala adecuada para la representación de las características del sustrato marino. Adicionalmente, se presentarán planos de secciones mostrando los perfiles de profundidad. Los planos utilizarán el sistema de coordenadas UTM WGS84 (zona 13N, metros) y estarán referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI).

Estos trabajos se realizarán de manera semestral durante los años 1 y 2 posteriores al hundimiento de los ex - buque y anuales para los años 3 a 5. El propósito será evaluar si por efectos del proyecto una posible modificación del transporte litoral pudiera incidir en la evolución morfológica del litoral costero. Se reportarán los cambios en la batimetría y los volúmenes de azolve y/o erosión, para correlacionarlos como posibles efectos de la presencia del arrecife artificial.

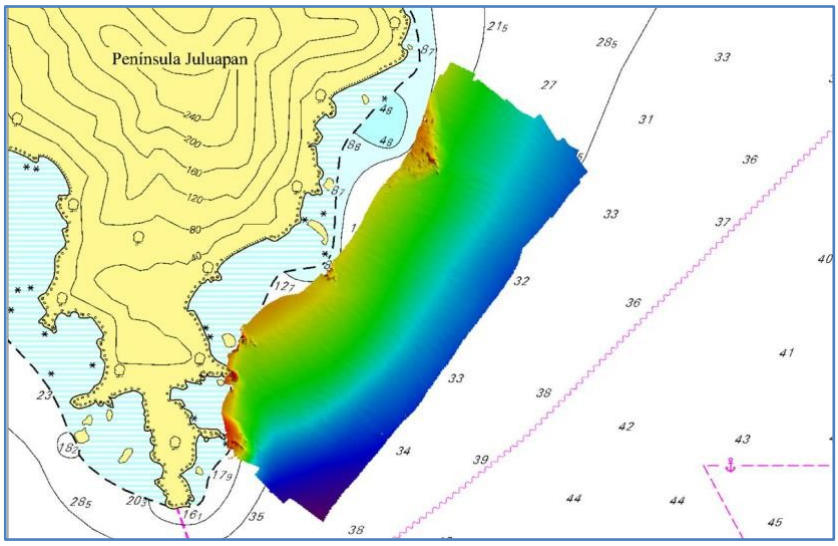


Figura 2. Batimetría del polígono propuesto para la creación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima.

IV.1.2 Oceanografía física.

IV.1.2.1 Mediciones de oleaje y corrientes.

Se realizarán mediciones semestrales el primer y segundo año y anuales del tercer a quinto año. Durante los primeros dos años las campañas semestrales tendrán una duración de al menos 30 días para considerar un ciclo completo de mareas y se realizarán durante los meses de enero o febrero (campaña 1) y agosto o septiembre (campaña 2). Esto con el objetivo de medir durante condiciones extremas de invierno y durante la temporada de huracanes. Para los años 3 al 5 las campañas de mediciones tendrán una duración de al menos 30 días para considerar un ciclo completo de mareas y se realizará durante los meses de agosto o septiembre.

Las mediciones se efectuarán con un sensor automático que mida de manera simultánea la variación del nivel del mar, la velocidad y dirección de la corriente, así como la altura periodo y dirección del oleaje. De preferencia el instrumento deberá ser un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler).

El intervalo de muestreo para la variación del nivel del mar y la corriente será de media hora durante el tiempo que dure la campaña de mediciones. Si se utiliza un ADCP se deberá definir la celda de muestreo de acuerdo con la profundidad de desplante del instrumento, de tal forma que se pueda obtener el perfil

vertical de velocidad. Los resultados se presentarán en forma de series de tiempo, rosas de corrientes y diagramas de astillas que muestren claramente la dirección y magnitud de las corrientes. Se entregará la base de datos en algún dispositivo electrónico (USB) o una dirección electrónica en la nube.

Para el oleaje se obtendrán paquetes de datos de 20 minutos de duración muestreados a intervalos de medio segundo cada 3 horas, durante el tiempo que dure la campaña de mediciones. Por ejemplo: Si la campaña de mediciones dura 1 día se obtendrán 8 paquetes de datos de oleaje (presión y componentes horizontales de las velocidades orbitales generadas por las olas) de 20 minutos de duración cada paquete. Los resultados se presentarán en forma de series de tiempo de altura significante, periodo de máxima energía espectral y dirección asociada al máximo de energía espectral, adicionalmente se elaborarán rosas de oleaje que muestren claramente la dirección y altura significante de las olas. Se entregará la base de datos en algún dispositivo electrónico (USB) o una dirección electrónica en la nube.

IV.1.2.2 Modelación de patrón de corrientes en el sitio de vertimiento.

Para obtener el patrón de circulación en el sitio de vertimiento se realizarán dos modelaciones semestrales durante los primeros dos años. El modelo numérico utilizado deberá resolver por diferencia o elementos finitos las ecuaciones de Navier-Stokes y considerar los efectos de la variación del nivel de la mar debida a la atracción gravitacional entre los astros, el efecto de viento y la fricción con el fondo. Los datos de calibración y validación del modelo serán los recabados durante las campañas de mediciones de invierno y durante la temporada de huracanes.

De la misma manera para los años 3 al 5 se realizará una modelación anual del patrón de circulación con un modelo numérico como el descrito en el párrafo anterior. Los datos de calibración y validación del modelo serán los recabados durante la campaña de mediciones efectuada en la temporada de huracanes.

Es importante hacer notar que en los datos de entrada del modelo numérico se requiere de una batimetría reciente y detallada de la zona de modelación. Por lo que deberá realizarse un levantamiento batimétrico por año.

IV.1.2.3 Modelación de transporte sedimentario en el sitio de vertimiento.

Con el propósito de conocer si el transporte sedimentario del fondo marino ha sido afectado por el hundimiento del pecio, se realizarán modelaciones semestrales durante los años 1 y 2; y anual de los años 3 al 5.

El modelo de circulación ya calibrado y validado se acoplará con un modelo espectral de oleaje de tal forma que se intercambie información sincronizada en tiempo y espacio entre ambos modelos, de esta forma se podrán determinar los esfuerzos en el fondo generados por la interacción entre las olas y las corrientes y que finalmente son los que mueven los sedimentos marinos. La información de entrada del modelo de olas se obtendrá de los datos recabados durante las campañas de medición.

Los resultados del modelo acoplado entre olas y corrientes se utilizarán para alimentar un modelo de transporte litoral que prediga los cambios en el fondo marino producto de la interacción entre las olas y las corrientes, con lo que se podrán definir zonas de acumulación o erosión de sedimentos. La verificación de estos resultados deberá realizarse con mediciones detalladas de la topografía del fondo marino en los sitios de acumulación o pérdida de sedimentos en especial en la vecindad del vertimiento.

IV.1.3 Sustrato marino.

IV.1.3.1 Estudio de granulometría en el área del hundimiento.

Se obtendrá 1 muestra de sedimentos en el área del hundimiento del pecio con el propósito de alimentar los modelos de transporte litoral. La periodicidad del monitoreo será semestral los primeros dos años posteriores al hundimiento del ex - buque; y anual del tercer a quinto año del proyecto.

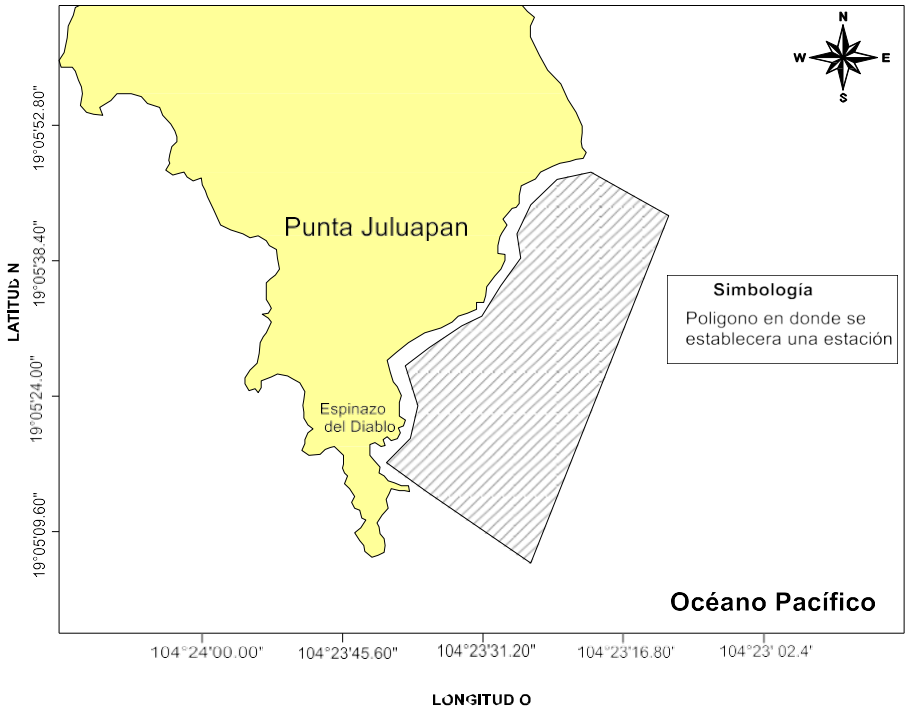


Figura 3. Estaciones para la toma de muestras de sedimentos para análisis de granulometría en la zona del proyecto.

IV.1.3.2 Contenido de materia orgánica.

Se monitoreará el contenido de materia orgánica en los sedimentos alrededor del pecio. Los cambios en el porcentaje de contenido de la materia orgánica pueden ocasionarse por el incremento de biomasa en el arrecife artificial.

Se tomará muestras de sustrato con ayuda de draga Van Veen o mediante buceo. La periodicidad del monitoreo será semestral los primeros dos años posteriores al hundimiento del ex - buque; y anual del tercer a quinto año del proyecto.

Análisis de Corrosividad, Reactividad, Inflamabilidad y Toxicidad CRIT (NOM- 054-SEMARNAT-2005).

La calidad química de los sedimentos se establecerá a través del análisis CRIT que marca la NOM-052-SEMARNAT-2005 para determinar la presencia de residuos peligrosos. Se considerarán una estación de muestreo aledañas al

pecio (considerando cada ex buque hundido al momento del monitoreo). Periodicidad: anual del primer a quinto año.

IV.1.4 Productividad primaria.

La productividad primaria será medida a través del consumo de oxígeno por el método de la botella clara y oscura (Gaarner y Gran, 1927). La **Figura 3** muestra el polígono para la ubicación de las estaciones de muestreo en donde se estimará la productividad.

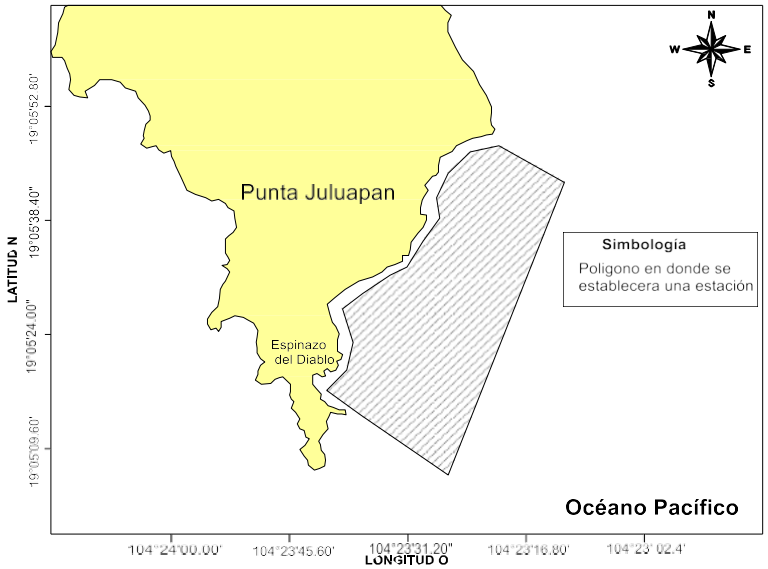


Figura 4. Estaciones para la toma de muestras de agua para la determinación de productividad en la zona del proyecto.

IV.1.4.1 Productividad primaria (botella clara y oscura).

Se obtendrán muestras de agua con ayuda de una botella Niskin desde profundidades de superficie, 5, 10 y 20 m para 4 estaciones. El análisis de la productividad primaria se realizará mediante el método de la botella clara y obscura (Gaardner y Gran,1927) basado en la producción de oxígeno en una muestra de agua incubaba bajo sus condiciones ambientales por un determinado período de tiempo (6 horas). El instrumento de medición del oxígeno disuelto será un sensor marca HANNA H87 impermeable con sonda polarográfica.

El método de la botella clara y oscura propuesto por Gaarner y Gran (1927) se basa en la producción de oxígeno en una muestra de agua incubada bajo sus condiciones ambientales, por un determinado periodo de tiempo. Al inicio del experimento se determina la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de

agua, una parte de esa agua es incubada en una botella clara (donde sólo ocurre fotosíntesis), otra es incubada en una botella oscura (donde sólo ocurre respiración).

Después de la incubación, se determina el oxígeno disuelto en las muestras, la diferencia entre el oxígeno de la botella clara y el oxígeno inicial representa la productividad neta. La diferencia entre el oxígeno inicial y la botella oscura es la respiración, la productividad bruta es la productividad total [oxígeno producido (productividad neta) + oxígeno respirado (respiración)]. En sistemas oligotróficos (poco productivos) el tiempo mínimo de incubación es de 6 horas.

La productividad fotosintética o bruta de oxígeno PB, en mg O2/L/día, es:

$$PB = (B_c / B_0) / \Delta_t$$

Donde

B_C = Concentración final de oxígeno en la botella clara.
B_0 = Concentración final de O_2 en la botella oscura.
Δt = Periodo de tiempo en el cual se lleva a cabo la respiración.

La productividad neta de oxígeno (PN) expresada en mg O_2/ litro / día u hora.

$$PN = (B_c / B_0) / \Delta_t \text{ (Gaarner y Gran, 1927)}$$

O bien,

$$PN = PB - R$$

Si las muestras de agua son obtenidas en diferentes sitios y profundidades de la masa de agua, entonces el promedio de varios valores de R, PB y PN expresará el promedio de la respiración, productividad bruta y productividad neta.

Para el cálculo de la productividad primaria en términos de biomasa, las fórmulas generales son:

$$PB = \frac{B_c - B_0}{\Delta_t} \; x \; \frac{0.375}{1.2} \; x \; 1000$$

$$PN = \frac{B_c - B_t}{\Delta_t} \; x \; \frac{0.375}{1.2} \; x \; 1000$$

$$R = PB - PN$$

Se expresa en

mg/C/m³/hr PB

IV.1.2 Subprograma de monitoreo de calidad de agua marina.

IV.1.2.1 Parámetros fisicoquímicos de agua registrados in situ.

La calidad fisicoquímica del agua se registrará mediante sonda multiparámetros en la columna de agua en 1 (una) estación, cuya ubicación se presenta en el croquis de la Figura 4. Las variables que se registrarán serán las siguientes: temperatura (°C), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mg/L), pH y turbidez; así como la transparencia medida con disco de secchi (m). La periodicidad del monitoreo será cuatrimestral los primeros dos años y anual del tercer a quinto año del proyecto. Se tomará una muestra en virtud de que el buque será hundido en un área aislada, dinámica, sin descargas de aguas a 2.5 kilómetros a la redonda; además, se encuentra dentro del área de estudio del proyecto permanente de calidad del agua marina que desarrolla el Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP) dentro de las bahías de Manzanillo y Santiago.

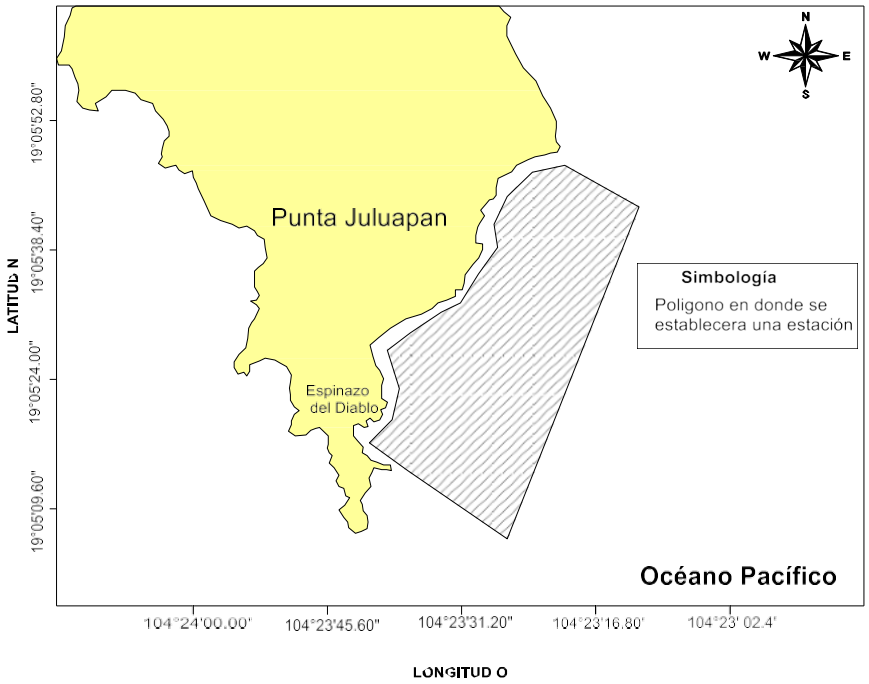


Figura 5. Ubicación del polígono donde se establecerá una estación de muestreo para recolectar muestras de agua para análisis de nutrientes, temperatura (°C), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mg/L), pH y transparencia, en el sitio del proyecto.

IV.1.2.2 Nutrientes, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales.

Adicionalmente, se obtendrán muestras de agua con ayuda de una botella Niskin en superficie y a 20 m en una estación de muestreo, se considerarán los siguientes parámetros de calidad de agua: nitratos, nitritos, amonio, ortofosfatos, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y los de la NOM-001-SEMARNAT-2021 obtenidos serán comparados con los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua (CE-CCA 001/89) para la protección de la vida acuática de agua marina (zonas costeras). La periodicidad del monitoreo será cuatrimestral los primeros dos años y anual del tercer a quinto año del proyecto.

IV.1.2.3 Bacteriología.

La calidad bacteriológica del agua es importante para conocer el estado sanitario y de salud del cuerpo de agua. Se empleará el método de medio cromogénico para enterococos en el agua de mar. La colecta de muestras será cada 4 meses. Se tomará una sola muestra a nivel superficial. Los resultados serán comparados con el Manual operativo: Monitoreo de la calidad del agua de uso recreativo de contacto primario en el agua de mar de playas y cuerpos de agua dulce (RCP) regulado por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud (2024).

IV.1.2.4 Químicos Persistentes.

Se dará seguimiento al efecto ambiental de la estructura en el cuerpo de agua, sobre todo por la liberación de metales pesados y presencia de químicos orgánicos persistentes. Deberá realizar estas pruebas un laboratorio acreditado ante la EMA, empleando equipo de absorción atómica y cromatografía de gases o líquidos. La periodicidad del monitoreo será semestral los primeros cinco años posteriores al hundimiento del ex–buque. Se tomará una muestra representativa del área de hundimiento.

IV.2 Subprograma de monitoreo de la colonización por biota marina del ex - buque.

IV.2.1 Monitoreo de colonización de organismos bentónicos.

Para la descripción de la cobertura de fondo arrecifal, se utilizará una cuadricula de PVC de 0.5 m^2 a 1.0 m^2 subdividida en cuadriculas de 0.01 m^2 a lo largo del transecto. Esta cuadricula se dispondrá sobre el transecto cada metro, estimando el porcentaje de cobertura de cada uno de los taxones observados (Guzmán y Croquer, 2014). Para cada colonia o tipo de cobertura en la cuadricula, se registrará el taxón (a nivel de especie, cuando sea posible), el área que ocupa contando las celdas y fracciones de una celda. Las categorías se definirán dependiendo del tipo de organismos que colonicen los pecios. Habrá que hacer ajustes sobre el número de transectos según la forma en que los pecios se desplanten sobre el fondo marino durante el hundimiento. Las estrategias variarán si los pecios se desplantan de costado o con el fondo del casco sobre la arena. Las partes expuestas a la incidencia de la luz podrán tener mejor desarrollo que las que se mantienen en oscuridad.

Porcentaje de cobertura: Para cuadrantes que relativamente tienen pocas especies, se puede estimar cobertura para cada especie en el campo, contando el número de cuadrados (0 fracciones de cuadrados) cubiertos por cada especie y anotando estos números en las hojas de datos.

Frecuencia y densidad: Se puede calcular la "frecuencia" de una especie contando el número de cuadrantes en el que se observa la especie y dividiendo por el número total de cuadrantes. La densidad es el número de diferentes especies o colonias que se encuentran en un área dada, usualmente en un

metro cuadrado.

Cuadrantes de rejilla vs. foto-cuadrantes: Se puede obtener la misma información sobre el área proyectada de un cuadrante en el que se han creado rejillas como de una fotografía que provee una visión bidimensional. Sin embargo, ciertos cálculos pueden tomar mucho más tiempo si se hacen bajo el agua en vez de hacerlos en una fotografía, y el uso de un cuadrante de rejillas requiere especialización en la identificación de las especies en cada muestreo. Con las fotografías, la identificación de las especies en el campo puede ser necesaria solo en el estudio inicial, de manera que las fotografías subsiguientes pueden ser tomadas por cualquier buzo competente. La fotografía también puede combinarse con el uso de un cuadrante de rejillas.

La identificación taxonómica se realizará con ayuda de claves y guías especializadas, hasta el nivel taxonómico posible. Se aplicarán los índices de abundancia, diversidad y equidad descritos en el apartado IV.3.4.

IV.2.2 Monitoreo de atracción de peces y otros organismos nectónicos.

Los peces y otros peces nectónicos se contabilizarán a lo largo de tres transectos de 30 m de largo, en un área de 2 m de ancho y entre 0 y 2 m del fondo de la columna de agua. Los transectos cubrirán un área total de 120 m^2 (30 X 2 X 2 m) y permitirá estimar la abundancia o la biomasa de los peces dentro de esta área. Como regla general se debe recordar nadar tan cerca como sea posible al fondo, y levantar la cabeza para mirar 2 m arriba.

La velocidad de nado del buzo debe ser aproximada a 3 – 5 metros por minuto. Si se usan linternas, deberán usarse siempre en los monitoreos consecutivos. No debe tomar más de 10 minutos terminar el transecto. No se deben contar peces que vienen de atrás. Los transectos se realizarán uno sobre el pecio, uno a lado de babor y otro a estribor del pecio (para cada exbuque)

La identificación taxonómica se realizará con ayuda de claves y guías especializadas, hasta el nivel taxonómico posible. Se aplicarán los índices de abundancia, diversidad y equidad descritos en el apartado IV.3.4.

IV.2.3 Estructura y composición del fitoplancton y zooplancton en el área del proyecto.

Se identificarán las poblaciones, estructura y diversidad de las comunidades del fitoplancton, zooplancton y bentos presente en el sitio del proyecto. La periodicidad del monitoreo será semestral los primeros dos años posteriores al hundimiento de los pecios; y anual del tercer a quinto año.

Las muestras de plancton se obtendrán mediante arrastres con redes de luz de malla adecuadas para fito y zooplancton (50 y 100 micras, respectivamente). Los arrastres de fitoplancton se realizarán a baja velocidad por 5 minutos. Las muestras de los colectores de fito y zooplancton serán vaciados en recipientes de plástico con cierre hermético debidamente etiquetados, en los cuales se verterá una solución de formaldehido al 10% amortiguado con bórax como medio de fijación para la biota presente.

Una primera etapa de identificación consiste en la identificación de grandes grupos (poliquetos, moluscos, crustáceos, foraminíferos, etc.) y posteriormente la identificación se lleva al nivel taxonómico con la mayor resolución posible. Las muestras derivadas de los arrastres de zooplancton también se analizan con técnicas de estereomicroscopio y se llevan a cabo registros fotográficos de las especies encontradas. Las muestras de fitoplancton serán sometidas a un proceso de separación diferente, y su análisis requerirá el uso de microscopio invertido y microscopia compuesta.

La identificación taxonómica se realizará con ayuda de claves y guías especializadas, hasta el nivel taxonómico posible. Se aplicarán los índices de abundancia, diversidad y equidad descritos en el apartado IV.4.4.

IV.2.4 Índices de abundancia, diversidad y equidad.

Los resultados de los monitoreos de Fito y zooplancton, así como de bentos, peces y necton en el área del proyecto serán sometidos a los siguientes índices de abundancia, diversidad y equidad.

Shannon-Wiener (H'). Se determinará la diversidad del ensamble de

condrictios a través del índice de Shannon-Weaver. Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Peet 1974, Magurran 1988). Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988). A mayor valor de H' mayor diversidad de especies. Este cálculo se realizará en base a todos los especímenes presentes en las estaciones muestreadas, según la expresión:

$$H' = -\sum^{S} \quad P_i \ \ln(P_i)$$

Donde:
Pi= proporción de la especie i en la muestra.
S= número total de especies.

Simpson (S). Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

$$S = \frac{1}{\sum \frac{n_{i\,(n_i-1)}}{N\,(N-1)}}$$

Dónde:
Ni= número de individuos en la iésima especie.
N= número total de individuos.

Además, se empleará el índice de equidad de Pielou para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988). El cálculo se efectuará según la siguiente expresión:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde:
H'max = ln(S) y
H' = medida logarítmica de la diversidad.

Finalmente, se empleará el Coeficiente de Similitud de Jaccard para expresar el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Pielou 1975, Magurran 1988). El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies. Este coeficiente se obtendrá según la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{c}{a + b -}$$

Donde:
a = número de especies presentes en el sitio A
b = número de especies presentes en el sitio B y
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

IV.3 Subprograma de monitoreo de turismo sustentable.

IV.3.1 Monitoreo submarino.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Residuos	-Residuos suspendidos en el agua. -Basura en el fondo marino.	-Abundancia relativa de residuos -Peso.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Rastros de pesca	-Presencia de redes, o equipos de pesca en el sitio del arrecife.	-Número de elementos.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Anclaje fuera del área destinada para fondeo	-Fondeo fuera del área destinada	-Evidencia de anclaje fuera del área destinada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Daño al arrecife	-Retiro de partes de los pecios que forman el SAAC.	-Superficie dañada total. -% de superficie dañada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

El monitoreo se efectuará en un radio de 20 m alrededor de cada pecio que conformará el Sistema Arrecifal Artificial de Colima, así como en la superficie donde se ubicará el museo subacuático.

ANÁLISIS Y SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AMBIENTAL

- La información recabada del monitoreo ambiental que se realice de manera semestral y/o anual será analizada en conjunto para generar un diagnóstico integral de la tendencia en el desempeño ambiental del sitio del proyecto.
- Se tomará en cuenta la variación estacional (primavera-verano *vs* otoño-invierno) de los datos obtenidos en los primeros años de monitoreo.
- Será de gran valor, con ayuda de los prestadores de servicios turísticos, tener información de la afluencia al sitio, para conocer la presión ambiental que esta pudiera generar en las tendencias del desempeño ambiental.

MANEJO DE IMPACTOS NO IDENTIFICADOS O CONSIDERADOS.

- Si durante la etapa de operación y mantenimiento los resultados del monitoreo ambiental arrojan valores no esperados o el programa de vigilancia ambiental permita identificar impactos no considerados originalmente, se tomará nota del hecho y se realizará un análisis detallado de causa – raíz.
- Si las causas son identificadas plenamente y derivan del manejo turístico, se propondrán directamente nuevas medidas de prevención y mitigación para su aplicación.
- De no resolverse de manera evidente, se planificará la intensificación del monitoreo del factor ambiental alterado o la realización de estudios específicos que ayuden a explicar la problemática detectada.
- Con la nueva información recabada se determinarán nuevas medidas preventivas, de mitigación o compensación, según corresponda.

INFORMES A LA AUTORIDAD AMBIENTAL.

- El primer informe dará cuenta de las actividades de hundimiento de los ex – buques, así como de la posición original del pecio en el fondo marino, incluyendo su orientación respecto a corrientes marinas.

Se generarán reportes semestrales de la tendencia ambiental en el área de influencia directa del proyecto que serán puestos a disposición de la autoridad ambiental

V. CALENDARIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE. AÑOS 1 Y 2 (2025-2026): MONITOREO SEMESTRAL.

	PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE	MESES DE ANOS 1-2: MONITOREO SEMESTRAL											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO**												
	ORIENTACION DEL PECIO												
	MORFOLOGÍA COSTERA												
	BATIMETRÍA												
	OCEANOGRAFIA FISICA												
	OLEAJE Y CORRIENTES (MEDICION EN CAMPO)												
	MODELACIÓN NUMERICA DE OLEAJE Y CORRIENTES												
	MODELACIÓN NUMERICA DE TRANSPORTE LITORAL												
	SUSTRATO MARINO												
	GRANULOMETRÍA												
	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA												
	ANÁLISIS CRIT (NOM-054-SEMARNAT-2005)												
	PRODUCTIVIDAD												
	BOTELLA CLARA Y OSCURA												
II	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**												
	REGISTRO DE PARAMETROS AMBIENTALES IN SITU												
	ANÁLISIS EN LABORATORIO PARAMETROS NOM-001-SEMARNAT-2021												
III	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA COLONIZACION DE BIOTA MARINA DEL EX - BUQUE**												
	BIOTA BENTÓNICA (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
	BIOTA DEL NECTON (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
	FITO Y ZOOPLANCTON (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
IV	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE**												
	RESIDUOS												
	RASTROS DE PESCA												
	ANCLAJES FUERA DEL ÁREA DE FONDEO												
	DAÑO AL ARRECIFE												

AÑOS 3 A 5: MONITOREO ANUAL.

	PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE	MESES DE AÑO 3-5 (2027-2029) MONITOREO ANUAL											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO**												
	ORIENTACIÓN DEL PECIO												
	MORFOLOGÍA COSTERA												
	BATIMETRÍA												
	OCEANOGRAFÍA FÍSICA												
	OLEAJE Y CORRIENTES (MEDICIÓN EN CAMPO)												
	MODELACIÓN NUMERICA DE OLEAJE Y CORRIENTES												
	MODELACIÓN NUMERICA DE TRANSPORTE LITORAL												
	SUSTRATO MARINO												
	GRANULOMETRÍA												
	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA												
	ANÁLISIS CRIT (NOM-054-SEMARNAT-2005)												
	PRODUCTIVIDAD												
	BOTELLA CLARA Y OSCURA												
	CLOROFILAS												
II	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**												
	REGISTRO DE PARÁMETROS AMBIENTALES IN SITU												
	ANÁLISIS EN LABORATORIO PARÁMETROS NOM-001-SEMARNAT-1996												
III	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA COLONIZACIÓN DE BIOTA MARINA DEL EX - BUQUE**												
	BIOTA BENTÓNICA (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
	BIOTA DEL NECTON (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
	FITO Y ZOOPLANCTON (ESPECIES, ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD)												
IV	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE**												
	RESIDUOS												
	RASTROS DE PESCA												
	ANCLAJES FUERA DEL ÁREA DE FONDEO												
	DAÑO AL ARRECIFE ARTIFICIAL												

VI. REFERENCIAS

D.O.F. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad de Agua (CE-CCA-001/1989). SEDUE. Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1989. México, D.F.

Gaarder T, Gran HH. 1927. Investigations of the production of plankton in the Oslo Fjord.

Guzmán, H.& Croquer, A. (2014). Panama Coral Reef Monitoring Network. October 24 de 2014. http://www.stri.si.edu/sites/esp/mesp/reef_monitoring_intro.htm

Magurran A. 1988. Ecological diversity and its measurement, 179 pp. Princeton University Press, New Jersey.

Parsons, T.B., Maita, Y. y C.M. Lalli, 1989. A manual of chemical and biological methods for sea water analysis. Pergamon Press. 173pp.

Peet R. 1975. Relative diversity indices. Ecology 56: 496-498.

Pielou E. 1975. Ecological diversity, 165 pp. John Wiley & Sons, New York. Rapp. P. V. Reun.

Cons. Int. Explor. Mer. 42:1–48.

SCOR-UNESCO, 1980. Determination of chlorophyll in seawater. UNESCO technical papers in marine science, No. 35.

SECRETARÍA DE SALUD-COFEPRIS. 2024. Manual operativo: Monitoreo de la calidad del agua de uso recreativo de contacto primario en el agua de mar de playas y cuerpos de agua dulce. Ciudad de México: 27p.

NMX-AA-028-SCFI-2001 Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno. NMX-

AA-034-SCFI-2015Determinación de Sólidos Suspendidos Totales.

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 10. ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO (ETE)

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

PROMOVENTE:
GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO

DOMICILIO Y TELÉFONOS:
Complejo Administrativo de Gobierno del Estado de Colima, Edificio "A", Planta alta, calle lateral del Tercer Anillo Periférico s/n, esquina con Ejército Mexicano, Colonia El Diezmo, C.P. 28010, Colima, Colima, México.
Teléfono: (312) 316 2000 Ext. 25005
Correo: drlloturistico@gmail.com

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

Índice

I. INTRODUCCIÓN. 4
II. OBJETIVOS 5
II.1 GENERAL 5
II.2 PARTICULARES 5
III. DESARROLLO 6
PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 6
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 6
IV. ALCANCES DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 7
V. ALCANCES DE LOS COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO 12
V.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES 12
V.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE. 13
V.3 COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS EMERGENCIAS 15
V.4 COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN. 17
V.5 COMPONENTE DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE 19
V.5.1 SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO 19
V.5.2 SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA 21
V.5.3 SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA COLONIZACIÓN POR BIOTA MARINA DE LOS EX - BUQUES 22
V.6 COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL 24
V.7 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 26
VI. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ESTAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 27
VII. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO 30
VII.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES 30
VII.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE. 30
VII.3. COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS

EMERGENCIAS 33
VII.4. COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN. 34
VII.5. COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE. 35
VII.6. COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL 43
VII.7. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO 44
VIII. PRESUPUESTO ANUALIZADO DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ESTAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 44
IX. PRESUPUESTO ANUALIZADO DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO 47
IX.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES 47
IX.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE. 47
IX.3. COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS EMERGENCIAS 49
IX.4 COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN. 50
IX.5 COMPONENTE DE MONITOREO AMBIENTAL 51
IX.6 COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL 51
IX.7 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.. 52
X. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO 53
XI. MONTO Y TIPO DE INSTRUMENTO DE GARANTÍA 55

Estudio Técnico Económico

I. INTRODUCCIÓN.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Turismo, impulsa el desarrollo de un proyecto ecoturístico en la costa de Manzanillo, Colima, orientado a diversificar la oferta turística del estado, generar beneficios económicos para las comunidades locales y, al mismo tiempo, asegurar la conservación de los ecosistemas marinos y costeros. Este esfuerzo se vincula con los planes estatales y nacionales de turismo sustentable, y busca fortalecer la resiliencia de la región frente a los retos ambientales y sociales.

Como respaldo técnico-financiero de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P), este Estudio Técnico Económico (ETE) detalla los costos de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación ambiental. El estudio incluye el desglose de los montos anuales requeridos para la correcta ejecución de los programas ambientales del proyecto, lo que permitirá a la autoridad ambiental establecer las garantías financieras necesarias para su implementación, conforme a la normativa aplicable.

Las actividades del Proyecto de creación de arrecife artificial a través del hundimiento de los ex-buques “Cora” (BI-05" y “Baranda” (PO-123), serán la siguientes:

- **Fase 1:** Creación de un arrecife artificial mediante el hundimiento de los ex-buques “Cora” (BI-05" y “Baranda” (PO-123).
- **Fase 2:** Consolidación del Sistema Arrecifal Artificial de Colima (SAAC) a través del hundimiento de otros artefactos navales arrecifales artificiales.
- **Fase 3:** Creación de Museos Subacuáticos.

En el presente estudio, se contemplan todas las actividades de la Fase 1 en sus etapas, preliminar, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Dado que las fases 2 y 3 se presentan de forma conceptual y sin un cronograma de ejecución definido, su desarrollo requerirá, en el momento oportuno, la inclusión de

los conceptos de prevención y mitigación para todas sus etapas. Adicionalmente, se precisará expandir el monitoreo de biota bentónica. La actualización de estos costos se realizará en el ajuste anual del Estudio Técnico Económico, lo que permitirá estimar el nuevo monto de la garantía anual.

II. OBJETIVOS.

II.1 GENERAL.

Cuantificar financieramente y fundamentar el costo integral de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación ambiental derivadas del proyecto, con el propósito de determinar y respaldar el monto de la garantía financiera que asegure su implementación efectiva durante todo el ciclo de vida del arrecife artificial.

II.2 PARTICULARES.

- Elaborar un catálogo de conceptos de obra y actividades detallado y estructurado, que integre todas las medidas ambientales propuestas en los Programas de Prevención y Mitigación (para las etapas preliminar, preparación del sitio y construcción) y en el Programa de Manejo Ambiental (para la etapa de operación y mantenimiento), sirviendo como base técnica para la cuantificación económica.

- Presupuestar y calendarizar la inversión ambiental, asignando costos unitarios y totales, y estableciendo el flujo de gasto anual requerido para la ejecución oportuna de cada concepto en ambos programas.

- Calcular el monto total de la garantía financiera por ejercer anualmente, integrando los costos de todos los conceptos, considerando su programación temporal y los criterios establecidos en la normativa ambiental aplicable.

- Proporcionar un sustento técnico-económico sólido y trazable que permita a la autoridad ambiental evaluar, avalar y dar seguimiento al cumplimiento de las obligaciones financieras del proyecto en materia ambiental.

III. DESARROLLO.

El catálogo de conceptos para las actividades contempladas en el presente Estudio se fundamenta en el análisis exhaustivo de la naturaleza del proyecto, sus posibles impactos ambientales y medidas de prevención y mitigación de los mismos, concentrados en el Programa de Ejecución de Medidas de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, que rige las etapas preliminar, de preparación del sitio y de construcción y el Programa de Manejo Ambiental, que dirige la etapa de operación y mantenimiento. La correcta implementación de estas medidas es crucial para cimentar las bases de un desarrollo turístico-ecoturístico sustentable en la costa de Colima.

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

1. Limpieza y preparación de los ex buques "CORA" y "BARANDA".
2. Manejo de residuos peligrosos (RP).
3. Manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME).
4. Ubicación del sitio de hundimiento y fondeo de los ex buques.
5. Instalación de barrera para contención de contaminantes.
6. Ahuyentamiento de especies marinas previo al hundimiento.
7. Perímetro de seguridad.
8. Verificación de orientación de los ex buques tras su hundimiento.

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

1. Acuerdos interinstitucionales.

2. Componente turismo sustentable.
3. Componente de atención a contingencias ambientales u otras emergencias.
4. Componente de atención a contingencias ambientales u otras emergencias.
5. Componente programa de monitoreo ambiental permanente.
6. Componente de vigilancia ambiental.
7. Evaluación y seguimiento del programa de manejo.

Los conceptos y sus costos fueron estimadas conforme a los alcances establecidos en los programas de ejecución de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, así como en el Programa de Manejo Ambiental. El precio unitario se determinó a partir de un análisis de mercado de costos realizado en los niveles local (Manzanillo y zona conurbada), regional (Estado de Colima y estados del occidente del país), nacional e internacional en los casos en que se requiera la adquisición de productos o servicios de importación.

Con base en dicho análisis, se estimaron los importes anuales para cada uno de los conceptos, considerando un horizonte de cinco años de operación, con el fin de garantizar la continuidad de las medidas ambientales y su efectividad en el mediano plazo.

IV. ALCANCES DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

La ejecución de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales propuestas en la MIA-P del proyecto de hundimiento de los ex buques “CORA” y “BARANDA”, así como en la información complementaria presentada y en el resolutivo ambiental emitido por la autoridad, se llevará a cabo en el municipio de Manzanillo, Colima, conforme a la programación previamente establecida en los programas de gestión ambiental.

ETAPA	MEDIDA A SUPERVISAR	MEDIDA DE REFERENCIA	PLAZO DE EJECUCIÓN	SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	RESPONSABLES
LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL EX BUQUE					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Limpieza de los ex buques o artefactos navales. – Extracción de líquidos y residuos peligrosos. – Retiro de materiales contaminantes. – Adecuación de los ex buques para generar rutas seguras de buceo, y propiciar el paso la masa de agua circundante. – Estabilidad de los cascos para su remolque seguro.	– Retiro total de contaminantes. – Protocolo de descontaminación. – Acta de conformidad de limpieza (ex buques) emitido por el Comité Interinstitucional. – Materiales no contaminantes o inertes (estructuras o esculturas arrecifales artificiales). – La opinión técnica de la condición de los cascos por SEMAR.	– Previo al remolque de los ex buques al sitio del proyecto.	– Supervisión por expertos. – Certificado de limpieza y descontaminación.	– Subsecretaría de Turismo del Estado de Colima (SUBSECTUR COLIMA). – Secretaría de Marina. – Supervisión ambiental, por IMADES.
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Acopio temporal, transporte y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normativa para evitar contaminación del medio ambiente.	– Residuos catalogados como peligrosos según la NOM-052-SEMARNAT-2005	– Aplicable durante todo el plazo de ejecución de las actividades de limpieza y adecuación de los ex buques.	– Contratación de prestador de servicios ambientales autorizado. – Manifiestos de entrega, transporte y recepción de RP.	– Contratista encargado de realizar los trabajos de limpieza y acondicionamiento de los ex buques. – Supervisión por el Subcomité técnico.
MANEJO DE RESIDUOS DE SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME)					
– Preliminar (fuera del sitio del proyecto).	– Acopio temporal, transporte y disposición final de RSU y RME de manera responsable	– Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima.	– Aplicable durante todo el plazo de ejecución de	– Contratación de prestador de servicios	– Contratista encargado de realizar los trabajos de limpieza y

	para evitar contaminación del medio ambiente.		las actividades de limpieza y adecuación de los ex buques. – Aplicable durante el plazo requerido para la elaboración de figuras escultóricas del museo subacuático.	ambientales autorizado. – Manifiestos de correcta disposición de residuos.	acondicionamiento de los ex buques. – Contratista encargado de elaborar obras escultóricas arrecifales. – Supervisión por el Subcomité técnico.
FONDEO DEL EX BUQUE EN EL SITIO DE HUNDIMIENTO					
– Preliminar.	– Ubicación del sitio mediante sistemas de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés). – Instalación de muertos para amarre de proa y popa de los ex buques. – Instalación de boyas perimetrales, boyas de señalamiento de pecios con funcionalidad para el amarre de embarcaciones.	– Comprobación física mediante instrumentos de geolocalización.	– Días programados para el remolque y fondeo de los ex buques en el sitio de hundimiento.	– Supervisión de la ejecución de la actividad. – Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	– Capitanes de las embarcaciones encargadas de remolcar los ex buques al sitio de fondeo y hundimiento. – Secretaría de Marina. – Subcomité de maniobras de hundimiento y señalamiento.
INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES					
Preparación del sitio.	– Instalación de barrera de contención de contaminantes para evitar la dispersión de una potencial fuente de	– Despliegue correcto al perímetro previamente establecido para los ex buques.	– Al menos cuatro horas previas a las ceremonias de hundimiento	– Supervisión de la ejecución de la actividad.	– Secretaría de Marina. – Prestador de servicios de barrera de contención.

	residuos peligrosos no detectada en el momento de la limpieza de los ex buques. .	– Supervisión en tiempo real de presencia/ausencia de hidrocarburos. – Sistema de bombeo de emergencia para extraer contaminantes.	de los ex buques.	– Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	
AHUYENTAMIENTO DE FAUNA MARINA PREVIO AL HUNDIMIENTO					
– Preparación del sitio.	– Fauna marina (especies carismáticas). – Monitoreo visual con ayuda de binoculares de la presencia / ausencia de especies carismáticas.	– Se tendrá disponible una embarcación rápida para ahuyentar especies de fauna marina carismática que puedan ser avistadas en un periodo de una hora previa al hundimiento de los ex buques y en un radio de 100 m. – En caso de presentarse especies como mamíferos o tortugas marinas, se harán recorridos en zigzag o circular en embarcaciones marinas para que el ruido y turbulencia provocado las aleje. – No se considera a las aves como parte del monitoreo, toda vez que son especies con alta capacidad de	– Una hora previa al hundimiento de los ex buques. – Nota: si en un lapso de 15 min previos a la ejecución del hundimiento se registra la presencia de alguna especie, se deberá retrasar la actividad para permitir ejecutar las actividades de ahuyentamiento de la fauna.	– Monitoreo visual. – Actividades de ahuyentamiento de la fauna marina.	– Secretaría de Marina.

		desplazamiento ante la presencia humana.			
PERÍMETRO DE SEGURIDAD					
– Preparación del sitio.	– Establecer perímetro de seguridad a las embarcaciones menores presentes en el evento de hundimiento. – Este será en un radio de 250 m del ex buque para permitir ejecutar las tareas de ahuyentamiento de especies marinas y el hundimiento propio del pecio.	– SEMAR tendrá disponible una embarcación rápida de apoyo para estas tareas. – Se solicitará a capitanes de embarcaciones menores mantener la distancia de seguridad indicada.	– Cuatro horas previas al hundimiento de los ex buques.	– Presencia activa de la autoridad naval. – Monitoreo visual.	– Secretaría de Marina.
VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DEL EX BUQUE TRAS EL HUNDIMIENTO					
– Operación y mantenimiento.	– Realizar buceo de verificación de la orientación de los pecios posterior a su hundimiento.	– Se realizará buceo en el sitio del hundimiento para verificar la orientación aproximada de los pecios.	– Hasta 3 meses posteriores al hundimiento.	– Monitoreo visual subacuático. – Informe de ejecución a la autoridad ambiental.	– Secretaría de Marina. – Subsecretaría de Turismo del Estado de Colima.

V. ALCANCES DE LOS COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO.

V.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES.

El Gobierno del Estado de Colima, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico en Asistencia de la Subsecretaría de Turismo, es el promotor del proyecto, el cual, asumirá la responsabilidad de implementar el Programa de Manejo Ambiental (PMA). La coordinación con instituciones de los tres órdenes de gobierno, universidades, centros de investigación y el sector turístico será esencial para garantizar el éxito de esta gestión. A través de estas alianzas estratégicas, se busca no solo cumplir con las metas ambientales establecidas, sino también potenciar la competitividad turística de la región, atraer inversión sostenible y generar nuevas oportunidades de empleo. De esta manera, la correcta implementación del PMA contribuirá al desarrollo económico local al tiempo que asegura la conservación de los recursos naturales que sustentan la actividad turística en Colima.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
-Acuerdos Interinstitucionales en los temas de interés del proyecto.	-Turismo sustentable **-**Seguridad. **-**Inspección ambiental. **-**Educación ambiental e investigación.	-Formalización de acuerdos de colaboración para asegurar el desarrollo sustentable del SAAC.	-Subsecretaría de Turismo (SUBSECTUR COLIMA).	Primer año del proyecto	**-**Vigilancia ambiental **-**Evidencia documental **-**Informe ambiental

V.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE.

En etapa de operación y mantenimiento las áreas de desempeño ambiental consideradas son las siguientes:

1. Conservación ambiental
2. Gestión de residuos para prevenir la contaminación del agua y sustrato marino.

Las medidas previstas se desglosan de la siguiente manera:

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Conservación ambiental	-Buenas prácticas ambientales de actividades acuáticas y de navegación	-Determinar rutas de buceo y zonas de exclusión. -Determinar el aforo del SAAC. -Hacer uso de las boyas de amarre; prohibido anclarse al fondo marino. -Uso de boyas para indicar presencia de buzos en la zona. -NO tocar, descansar o pararse sobre el arrecife. -NO desprender la biota marina del pegada al pecio. -No usar protectores solares y repelentes de insectos químicos. -Contar con licencias de buceo vigentes.	-SUBSECTUR COLIMA - IMADES -Empresas de buceo locales -Usuarios del SAAC	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC -Capacitación y difusión de disposiciones.

	-Zona libre de pesca	-Solicitud de restricción de pesca en el polígono del SAAC	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales -INAPESCA	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental -Reglamento de operación del SAAC
Manejo de residuos	-Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	-Contar con contenedores con tapa y debidamente a bordo de la embarcación. -Indicar a los turistas la ubicación de los contenedores al inicio del viaje. -Queda prohibido arrojar residuos al agua. -Correcta disposición de los residuos sólidos al finalizar el viaje por los prestadores de servicios o sitios autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental
	-Gestión de Residuos Peligrosos (RP)	– No arrojar RP al agua considerados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. – Disponer de contenedores de sellado herméticos para su disposición. – Pilas y aparatos electrónicos en desuso deben ser tratados como RP. – No realizar trabajos de mantenimiento en altamar. – No desechar aguas de sentina en el sitio del proyecto. -Disponer adecuadamente	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

		los RP a través de empresas especializadas autorizadas.			
Manejo de combustibles y lubricantes	-Manejo seguro de combustibles y lubricantes.	-Uso de envases plásticos o metálicos de sellado hermético. -Extremar cuidados durante el traslado y trasvase de combustibles y lubricantes.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	-Supervisión ambiental. -Evidencia documental. -Informe ambiental.
Aguas residuales	-Gestión de aguas residuales de uso sanitario y doméstico (aguas negras y grises).	-No desechar aguas sanitarias en el sitio del proyecto. -Disponer las aguas sanitarias en sitios permitidos o través de prestadores de servicio autorizados.	-SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	- Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe ambiental

V.3 COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS EMERGENCIAS.

Las medidas propuestas se describen a continuación:

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Gestión de contingencias ambientales	-Derrames de hidrocarburos	-Reportar a las autoridades: SEMAR, PROFEPA y SUBSECTUR COLIMA. -Emplear cercos de contención y retirar con materiales absorbentes de	-Empresas de buceo locales -Autoridad ambiental competent e	Permanente	-Vigilancia ambiental -Evidencia documental -Informe Ambiental -Reportes

		hidrocarburos. -Depositar los RP en contenedores sellables. -Disponer los RP con prestadores de servicios autorizados. -Aplicar las medidas de mitigación y compensación ante posibles daños ambientales.			
Gestión de contingencias meteorológicas	-Huracanes -Marejada intensa	-Atender las medidas previstas por SEMAR y Protección Civil. -Prohibir actividades acuáticas en el sitio.	-Empresas de buceo locales -SEMAR. -Protección Civil. -SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Reportes -Boletines oficiales
Emergencias de las embarcaciones	-Averías mecánicas, vías de agua, hundimiento, etc.	-Alerta temprana a la base operativa de la empresa prestadora de servicios turísticos. -Alerta a SEMAR. -Llamado de emergencia, en su caso.	-Empresas de buceo locales -SEMAR	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.
Emergencias médicas.	-Ahogamiento por inmersión. Problemas de salud.	-Alerta a la autoridad de puerto. -Llamado de emergencia, en su caso, a Protección Civil.	-Empresas de buceo locales - Protección Civil.	Permanente	Atender indicaciones de la autoridad.

V.4 COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN.

Las medidas se enlistan en la tabla a continuación:

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Investigación científica	-Líneas de investigación	-Desarrollar investigaciones científicas para determinar los cambios en el ecosistema después del hundimiento de los barcos.	-Universidad de Colima.	Periódico (cada año)	-Evidencia documental -Informe ambiental
Difusión ambiental	-Campañas de sensibilización digitales -Medios impresos -Educación ambiental	-Producción de videos cortos e infografías publicadas por redes sociales y páginas web. -Carteles, manuales, trípticos, etc. -Pláticas y talleres. -Éstos contemplarán la descripción de los servicios ambientales prestados sistema, biota marina y arrecifes artificiales como modelo de	-SUBSECTUR COLIMA -H. Ayuntamiento Manzanillo -IMADES	Permanente	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		desarrollo sustentable y otros temas asociados.			
Capacitación	-Capacitación a operadores turísticos	-Formación en medidas de turismo sustentable, atención ante contingencias, reglas de operación del SAAC y otros.	-SUBSECTUR COLIMA	Permanente	-Cursos especializados -Evidencia documental
Educación ambiental	-Creación de un repositorio de especies avistadas -Conversatorios alusivos al desarrollo del proyecto	-Implementar un sistema logístico de compilación de información. -En colaboración con IMADES y Universidad de Colima elaborar contenido referente al cuidado del medio ambiente Marino.	-IMADES -SUBSECTUR COLIMA -Empresas de buceo locales	Permanente	-Base de datos pública. -Evidencia documental. -Informe ambiental

V.5 COMPONENTE DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE

V.5.1 *SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Ambiente costero.	-Orientación de los pecios.	-Dirección de la orientación longitudinal de los pecios.	-Realizar batimetría detallada con sonda multihaz. -Elaborar un plano cartográfico que incluya los rumbos de orientación. -Análisis de la deriva angular del pecio respecto a su posición original (en su caso).	-Inicial (al mes del hundimiento) -Semestrales años 1y 2).	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Morfología costera.	-Batimetría	-Batimetría detallada con sonda multihaz.	-Semestrales años 1y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
	-Oceanografía física	-Oleaje (intensidad y dirección).	-Modelación de la intensidad del oleaje y posible refracción de su dirección.	- Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Corrientes (modelación numérica).	-Modelación esperada de corrientes dominantes.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría ambiental
		-Modelación de transporte sedimentario.	-Modelación esperada del transporte litoral de sedimentos (escenarios con y sin proyecto) en temporadas invernal y de verano. -Validación y calibración con muestras sedimentarias en el sitio de estudio.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación. -Consultoría.

	–Sustrato marino	-Granulometría.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de granulometría.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Contenido de materia orgánica.	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de contenido de materia orgánica.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
		-Análisis CRIT (NOM-054 SEMARNAT-2005).	-Recolecta de muestras de sedimentos en el área de estudio. -Análisis de la prueba CRIT según NOM-054-SEMARNAT-2005 en laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).	Anual años 1 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.
	–Productividad primaria	-Método de la botella clara y oscura (Gaarner y Gran, 1927)	-Recolecta de muestras de agua a diferentes profundidades. -Incubación de muestras en botellas claras y oscuras.	Semestrales años 1 y 2). Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. - SEMAR -Instituciones de investigación.

V.5.2 *SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA.*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ALCANCE	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN
Calidad de agua	-Parámetros fisicoquímicos "in situ".	-Temperatura (°C), salinidad (ppm), pH, oxígeno disuelto (mg/L), turbidez y transparencia (secchi).	-Campaña de registro de parámetros ambientales in situ con ayuda de sonda multiparamétrica y disco de secchi.	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Instituto Oceanográfico del Pacífico (IOP). -Instituciones de investigación
	-Parámetros analizados en laboratorio.	-Nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. -Demanda bioquímica de oxígeno. -Sólidos suspendidos totales. Parámetros de la NOM-001- SEMARNAT-2021.	-Campaña para toma de muestras. -Análisis en laboratorio acreditable ante la EMA. -Análisis según parámetros de la NOM- 001-SEMARNAT-2021	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP (no acreditado) -Instituciones de investigación. -Laboratorio acreditado
	-Análisis Bacteriológico	-Enterococos	-Campaña de colecta de muestras	-Cuatrimestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-IOP -Instituciones de investigación
	-Químicos Persistentes (CRIT)	-Metales Traza (Fe, Cu, Cd, Químicos orgánicos	-Campaña para colecta de muestras. -Laboratorio acreditado ante la EMA (CRIT)	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-Laboratorio acreditado

V.5.3 *SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE LA COLONIZACIÓN POR BIOTA MARINA DE LOS EX - BUQUES*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Colonización de los pecios	Organismos bentónicos.	-Distribución y cobertura de organismos bioincrustantes. -Registro de biota nociva, exótica o invasora. -Abundancia, densidad y biodiversidad coralina.	-Monitoreo mensual con reportes Semestrales -Los establecidos en la resolutiva del MIA.	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Atracción de peces y otros organismos nectónicos.	-Abundancia, densidad y biodiversidad	-Monitoreo mensual con reportes semestrales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
	Fitoplancton y zooplancton	-Distribución y abundancia.	-Monitoreo cuatrimestral con reportes anuales. -Los establecidos en la resolutiva del MIA	-IMADES, Universidad de Colima y otras instituciones educativas. -IOP.	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

V.5.4 *SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Residuos	-Residuos suspendidos en el agua. -Basura en el fondo marino.	-Abundancia relativa de residuos -Peso.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Rastros de pesca	-Presencia de redes, o equipos de pesca en el sitio del arrecife artificial.	-Número de elementos.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Anclaje fuera del área destinada para fondeo	-Fondeo fuera del área destinada	-Evidencia de anclaje fuera del área destinada o directamente en el arrecife artificial.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.
Daño al arrecife	-Retiro de partes de los pecios que forman el arrecife artificial	-Superficie dañada total. -% de superficie dañada.	-Semestrales años 1 y 2). -Anuales años 3 a 5.	-SUBSECTUR COLIMA. -Instituciones de investigación -Consultoría ambiental	-Informe ambiental. -Reporte -Evidencia fotográfica.

V.6 COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Vigilancia ambiental	Seguimiento al cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental propuestas en la MIA-P, resolutivo ambiental y el presente programa de manejo ambiental.	-Supervisión ambiental. -Vigilar el cumplimiento de: oComponente de ejecución de las medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales. oComponente turismo sustentable. oComponente de atención a contingencias ambientales y otras emergencias. o Componente de difusión, educación, capacitación e investigación. oComponente de	-SUBSECTUR COLIMA. -Supervisor ambiental.	-Programa de trabajo anual por 5 años. -Mantener medidas de vigilancia ambiental periódica durante la etapa de operación y	-Informe ambiental -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

		monitoreo ambiental. -Valoración integral del programa de manejo. -Diagnosticar de manera integral el avance del proyecto. -Elaboración de reportes a la autoridad ambiental.			
Control de embarcaciones que ingresan al SAAC	Sistema de Monitoreo de Embarcaciones	-Monitoreo remoto en tiempo real. Propósito: Garantizar el control y monitoreo de las embarcaciones (de recreo, buceo, investigación, etc.) que ingresen al polígono del SAAC; las cuales además de cumplir los requisitos impuestos por la Capitanía Regional del Puerto de Manzanillo, deberán contar con los medios de localización y telemática necesaria para monitorear en tiempo real su ingreso y estancia en el SAAC.	-SUBSECTUR COLIMA. -Capitanía Regional del Puerto de Manzanillo. -Estación Naval de Búsqueda y Rescate de la Secretaría de Marina (ENSAR).	-Desarrollo inmediato del sistema y monitoreo de embarcaciones 6 meses posterior al inicio del proyecto.	-Reporte -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

V.7 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.

ÁREA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	ASPECTO	MEDIDA PREVISTA	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO
Evaluación y seguimiento del PMA.	Generación y evaluación de indicadores del desempeño basado en el programa de manejo ambiental.	-Recaudación de información del desempeño ambiental. -Diagnóstico de la información recabada. -Considerar factores como eventos meteorológicos, afluencia y otros que puedan casuar variaciones de resultados.	-SUBSECTUR COLIMA. -Supervisor ambiental.	Programa de trabajo anual por 5 años.	-Informe ambiental -Evidencia fotográfica. -Informe ambiental.

VI. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ESTAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
A.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.						
I.	**LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"**				**$3,902,420.00**		
	TRABAJOS DE RETIRO DE FLUIDOS CONTAMINANTES: COMBUSTIBLES, ACEITE DE MOTOR, ACEITES HIDRÁULICOS, OTROS FLUIDOS DE LOS TANQUES O SITIOS DE ALMACENAMIENTO EN LOS CASCOS DEL LOS EX BUQUES.	SERVICIO	1	$3,902,420.00	$3,902,420.00	PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"	FUERA DEL SITIO DEL PROYECTO
II.	**MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)**				**$269,640.00**		
	ACOPIO TEMPORAL, TRANSPORTE Y CORRECTA DISPOSICIÓN A TRAVÉS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES AUTORIZADOS POR SEMARNAT.	SERVICIO	1	$269,640.00	$269,640.00	PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"	FUERA DEL SITIO DEL PROYECTO
III.	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME).**				**$26,460.00**		
	ACOPIO TEMPORAL, TRANSPORTE Y CORRECTA DISPOSICIÓN A TRAVÉS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES AUTORIZADOS.	SERVICIO	1	$26,460.00	$26,460.00	PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"	FUERA DEL SITIO DEL PROYECTO
IV.	**UBICACIÓN DEL SITIO DE HUNDIMIENTO Y FONDEO DE LOS EX BUQUES.**				**$762,364.00**		
	DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN PERIMETRAL DEL POLÍGONO DEL SAAC. INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE 4 BOYAS LUMINOSAS DE SEÑALAMIENTO MARÍTIMO COLOR AMARILLO, CON UNA ALTURA DE VISIBILIDAD (ARRIBA DEL AGUA) DE 1.6 M, ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS PARA ARRAIGO Y/O ANCLAJE DE BOYAS MEDIANTE CONTRAPESOS EXTERNOS (1.2 TON.), LINTERNAS, GRILLETES DE ACERO CON	PAQUETE INTEGRAL	4	$190,591.00	$762,364.00	PERMANENTE	SUBSECTUR COLIMA / SEMAR

	PERNO, TUERCAS Y CHAVETAS, DESTORCEDOR DE ACERO PARA CADENA Y CADENA DE ACERO.						
V.	**INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES.**				**$358,448.00**		
	BARRERA DE CONTENCIÓN CONTRA DERRAMES DE HIDROCARBUROS. INCLUYE: PERSONAL TÉCNICO (BUZOS, OBREROS) PARA LA COLOCACIÓN Y DESPLIEGUE, EL ACARREO Y MOVILIZACIÓN DE PERSONAL Y EQUIPO MEDIANTE VEHÍCULO TIPO PICK UP, 2 EMBARCACIONES TIPO DEFENDER E INSTALACIÓN DE HASTA 200 METROS DE BARRERA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES FLOTANTE DE DESPLIEGUE RÁPIDO A BASE DE PVC MARCA ELASTEC MODELO MAXIMAX DE 760 MM DE ALTURA. COMO MEDIDA DE PREVENCIÓN ANTE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS PARA EL CONFINAMIENTO TEMPORAL DEL DERRAME SE CONTARÁ CON TANQUES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE HIDROCARBUROS (ROTANK) MARCA: DESMI MODELO RO-TANK, CON CAPACIDADES DE 5 Y 15 METROS CÚBICOS. SE CONTARÁ CON UN EQUIPO RECUPERADOR DE HIDROCARBUROS MARCA RO-CLEAN DESMI MODELO RO-MOP OM 140 O EQUIVALENTE.	PAQUETE INTEGRAL	2	$179,224.00	$358,448.00	EVENTOS DE HUNDIMIENTO	SUBSECTUR COLIMA
VI.	**AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS PREVIO AL HUNDIMIENTO.**				**$5,650.00**		
	LAS MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO CONSISTEN EN EL PASO DE DOS EMBARCACIONES A VELOCIDAD MODERADA CUYA ESTELA DE TURBULENCIA CREADA POR LA PROPELA, ASÍ COMO EL RUIDO A SU PASO, PERMITAN ALEJAR ESPECIES CARISMÁTICAS COMO: MAMÍFEROS MARINOS, TORTUGAS U OTROS PELÁGICOS MAYORES. LAS AVES ACUÁTICAS NO SERÁN CONSIDERADAS PARA ESTA ACTIVIDAD, TODA VEZ QUE ESTOS ORGANISMOS TIENEN UNA ALTA CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO ANTE LA PRESENCIA O ACTIVIDADES HUMANAS. SE MONITOREARÁ LA CONFIRMACIÓN DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE ESPECIES CARISMÁTICAS DURANTE EL TRANSCURSO DE LA HORA	SERVICIO	2	$2,825.00	$5,650.00	EVENTOS DE HUNDIMIENTO	LA SEMAR APOYARÁ CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA MEDIDA PREVENTIVA.

	PREVIA AL EVENTO DE HUNDIMIENTO DE CADA EX – BUQUE. PARA ELLO SE ESTARÁ OBSERVANDO EL ESPEJO DE AGUA CON AYUDA DE BINOCULARES (7X) EN UN RADIO DE 100 M DE LOS EX - BUQUES; REGISTRANDO EN SU CASO, EL TIPO DE ORGANISMO PRESENTE, ASÍ COMO LAS MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO REALIZADAS.						
VII.	**PERÍMETRO DE SEGURIDAD**				**$27,120.00**		
	ESTABLECER PERÍMETRO DE SEGURIDAD PARA LAS EMBARCACIONES MENORES PRESENTES EN LOS EVENTOS DE HUNDIMIENTO. ESTE SERÁ EN UN RADIO DE 250 M DE LOS EX BUQUES PARA PERMITIR EJECUTAR LAS TAREAS DE AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS Y EL HUNDIMIENTO PROPIO DEL PECIO. SEMAR TENDRÁ DISPONIBLE UNA EMBARCACIÓN RÁPIDA DE APOYO PARA ESTAS TAREAS. SE SOLICITARÁ A CAPITANES DE EMBARCACIONES MENORES MANTENER LA DISTANCIA DE SEGURIDAD INDICADA.	SERVICIO	2	$13,560.00	$27,120.00	EVENTOS DE HUNDIMIENTO	LA SEMAR APOYARÁ CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA MEDIDA PREVENTIVA.
VIII.	**VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS EX BUQUES TRAS SU HUNDIMIENTO**				**$12,000.00**		
	BUCEO EN LOS SITIOS DE HUNDIMIENTO PARA VERIFICAR LA ORIENTACIÓN APROXIMADA DE LOS PECIOS.	SERVICIO	1	$12,000.00	$12,000.00	POSTERIOR (HASTA 3 MESES MÁXIMO) A LOS EVENTOS DE HUNDIMIENTO	LA SEMAR APOYARÁ CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA MEDIDA PREVENTIVA.

VII. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO.

VII.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
I.	**ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES**				**$17,000.00**		
I.1	CONVENIOS INTERINSTITUCIONALES CON ENTIDADES. INCLUYE GASTOS DE MOVILIZACIÓN Y VIÁTICOS DURANTE EL PROCESO DE ESTABLECIMIENTO DE CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON INSTANCIAS GUBERNAMENTALES, EDUCATIVAS, DE INVESTIGACIÓN Y PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CON EL FIN DE COLABORAR EN LOS PLANES DE MANEJO DEL ARRECIFE. ESTA ACTIVIDAD INCLUYE GESTIÓN, MOVILIZACIÓN Y SEGUIMIENTO.	PAQUETE INTEGRAL	1	$17,000.00	$17,000.00	PERMANENTE	SUBSECTUR COLIMA

VII.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
II.	**COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE**				**$381,140.00**		
II.1	**CONSERVACIÓN AMBIENTAL**				$337,320.00		
II.1.2	SEÑALAMIENTO DE PECIOS Y AMARRE DE EMBARCACIONES. INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE 2 BOYAS PARA EL AMARRE Y SEÑALAMIENTO DE LOS PECIOS, CON CANALES LATERALES EN LA ESTRUCTURA QUE PERMITAN EL PASO Y ACOMODO DE CADENAS O CUERDAS DE AMARRE, INCLUYE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS PARA ARRAIGO Y/O	BOYA	2	$151,660.00	$303,320.00	PERMANENTE	SUBSECTUR COLIMA

	ANCLAJE DE BOYA MEDIANTE CONTRAPESOS EXTERNOS DE CONCRETO HIDRÁULICO, GRILLETES DE ACERO CON PERNO, TUERCA Y CHAVETA, DESTORCEDOR DE ACERO PARA CADENA Y CADENA DE ACERO.						
II.1.3	JORNADA ANUAL DE LIMPIEZA (PLAYAS ALEDAÑAS Y FONDO MARINO DEL SITIO DE HUNDIMIENTO). INCLUYE: LIMPIEZA, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CONTORNO LITORAL POR MEDIOS MANUALES Y LIMPIEZA DE FONDO MARINO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO.	JORNADA	1	$34,000.00	$34,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	SUBSECTUR COLIMA
II.2	**GESTIÓN DE RESIDUOS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUSTRATO MARINO**				$43,820.00		
II.2.1	CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS O BOLSAS PARA RSU AL ALCANCE DE LOS TURISTAS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. MISMOS QUE SE DISPONDRÁN EN CONTENEDORES EN EL PUERTO DE EMBARQUE. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	UNIDAD	20	$250.00	$5,000.00	PERMANENTES	ESTA MEDIDA SERÁ CUBIERTA POR LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES, FORMARÁ PARTE DE LOS CONVENIOS DE COLABORACIÓN QUE CELEBRARÁ LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, CON LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES.
II.2.2	CONTENEDORES HERMÉTICOS PARA RESIDUOS PELIGROSOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS CON TAPA DEBIDAMENTE IDENTIFICADOS AL ALCANCE DE LOS TURISTAS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. MISMOS QUE SE DISPONDRÁN EN CONTENEDORES EN EL PUERTO DE EMBARQUE. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	UNIDAD	20	$400.00	$8,000.00	PERMANENTES	

II.2.3	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE DISPONER LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL RELLENO SANITARIO DE LA LOCALIDAD. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	SERVICIO	20	$570.00	$11,400.00	PERMANENTES	
II.2.4	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE DISPONER LOS RESIDUOS PELIGROSOS A TRAVÉS DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS AUTORIZADAS. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	SERVICIO	20	$971.00	$19,420.00	PERMANENTES	

VII.3. COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS EMERGENCIAS.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
III.	**COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES U OTRAS EMERGENCIAS**				**$90,544.00**		
III.1	**MEDIDAS DE RESPUESTA INMEDIATA**				$90,544.00		
III.1.1	BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS. EN CASO DE DERRAMES SE DARÁ AVISO INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES: CAPITANÍA DE PUERTO, SEMAR, PROFEPA, ETC. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	PAQUETE INTEGRAL	1	$23,804.00	$23,804.00	PERMANENTES	ESTA MEDIDA SERÁ CUBIERTA POR LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES, FORMARÁ PARTE DE LOS CONVENIOS DE COLABORACIÓN QUE CELEBRARÁ LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO CON LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES.
III.1.2	CONTENEDORES DE CIERRE HERMÉTICO ABORDO PARA ALMACENAJE TEMPORAL DE LOS RESIDUOS DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS CON TAPA DEBIDAMENTE IDENTIFICADOS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	PAQUETE INTEGRAL	20	$400.00	$8,000.00	PERMANENTES	
III.1.3	DISPOSICIÓN FINAL A TRAVÉS DE EMPRESA ESPECIALIZADA. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE LA DISPOSICIÓN FINAL A TRAVÉS DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS AUTORIZADAS. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	SERVICIO	2	$29,370.00	$58,740.00	PERMANENTES	

VII.4. COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
IV.	**COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN**				**$176,000.00**		
IV.1	**DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**				$117,000.00		
IV.1.1	CARTELES, MANUALES Y TRÍPTICOS. LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO DIFUNDIRÁ Á TRAVÉS DE MEDIOS IMPRESOS O ELECTRÓNICOS MATERIAL INFORMATIVO DONDE SE DESCRIBAN LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL ARRECIFE ARTIFICIAL.	PAQUETE INTEGRAL	1	$22,000.00	$22,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	EL COSTO DE ESTA ACTIVIDAD SE REALIZARÁ CON CARGO AL PRESUPUESTO APROBADO A LA SUBSECTUR COLIMA Y/O INSTANCIAS GUBERNAMENTALES, EDUCATIVAS, DE INVESTIGACIÓN Y PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES.
IV.1.2	VIDEO PROMOCIONAL. LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO ELABORARÁ VIDEOS ACERCA DEL ARRECIFE, SUS BENEFICIOS, MANEJO, USO, PROTECCIÓN E IMPORTANCIA ECOLÓGICA.	VIDEO	1	$49,000.00	$49,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	
IV.1.3	EDUCACIÓN AMBIENTAL AL PÚBLICO EN GENERAL. LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO ELABORARÁ CONTENIDO EN PLÁTICAS O CARTELES DE LOS PROPÓSITOS DEL PROYECTO CON FINES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, QUE SE IMPARTIRÁN EN ESPACIOS PÚBLICOS Y ESCUELAS.	PLÁTICAS	2	$23,000.00	$46,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	
IV.2	**CAPACITACIÓN AMBIENTAL**				$25,000.00		
	CURSO DE CAPACITACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE TURISMO SUSTENTABLE. LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO REALIZARÁ CURSOS DE CAPACITACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS DE IMPACTOS AMBIENTALES. SE PROMOVERÁ LA CERTIFICACIÓN DE PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS CON EL DISTINTIVO DE PROFEPA.	CURSO	1	$25,000.00	$25,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	
IV.3	**INVESTIGACIÓN**				$34,000.00		
	CAPACITACIÓN A BUZOS LOCALES Y ESTUDIANTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES MARINAS QUE ABONEN A LA DOCUMENTACIÓN DE LA COLONIZACIÓN DE LOS PECIOS.	CURSO	1	$34,000.00	$34,000.00	ANUAL POR 5 AÑOS	

VII.5. COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
V	**COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE**				**$1,001,938.00**		
V.1	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO**				**$499,338.00**		
V.1.1	**MORFOLOGÍA COSTERA**				**$69,780.00**		
V.1.1.1	DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN Y ORIENTACION DE 2 EX-BUQUES MEDIANTE BATIMETRÍA CON EQUIPO MULTIHAZ DE ALTA PRECISIÓN (220-440 KHZ, COBERTURA ≥160°), CON SENSOR DE MOVIMIENTO, MEDICIÓN DE VELOCIDAD DE SONIDO EN TIEMPO REAL Y POSICIONAMIENTO GPS DIFERENCIAL/RTK (8+ SATÉLITES) CON SINCRONIZACIÓN PPS. SE HARÁ UNA COMPARATIVA DE ORIENTACIÓN CON EL LEVANTAMIENTO ORIGINAL. B63:B67	PAQUETE INTEGRAL	1	$58,300.00	$58,300.00	INICIAL (AL MES DEL HUNDIMIENTO), SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2 ASÍ COMO DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLÓNICO FUERTE.	ESTA ACTIVIDAD LA REALIZARÁ LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, DE SER NECESARIO CONTRATARÁ LOS SERVICIOS DE UNA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN ESPECIALIZADA EN LA MATERIA.
V.1.1.2	SE ESTABLECERÁN PUNTOS DE CONTROL VINCULADOS A LA RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA (RGNA) DEL INEGI, MEDIANTE UN RECEPTOR GPS. EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO SE EFECTUARÁ CON UN SISTEMA INTEGRADO DE ECOSONDA MULTIFRECUENCIA, GPS-RTK (PRECISIÓN <1 CM) Y SOFTWARE HIDROGRÁFICO, REALIZANDO TRANSECTOS CADA 50 METROS CON CORRECCIONES POR OFFSET, VELOCIDAD DEL SONIDO Y MAREA. LOS DATOS SERÁN FILTRADOS Y PROCESADOS PARA GENERAR PLANOS EN PLANTA CON ISOBATAS Y SECCIONES TRANSVERSALES. ESTO PERMITIRÁ ANALIZAR POSIBLES CAMBIOS MORFOLÓGICOS POR EFECTOS DEL TRANSPORTE LITORAL Y EVALUAR EL IMPACTO DEL ARRECIFE ARTIFICIAL, CUANTIFICANDO VOLÚMENES DE AZOLVE Y EROSIÓN.	HAS.	37	$310.00	$11,480.00	SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLÓNICO FUERTE	IGUAL

V.1.2	**OCEANOGRAFÍA FISICA**				**$374,000.00**		
V.1.2.1	MEDICION DE OLEAJE Y CORRIENTES. SE UTILIZARÁ UN ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER). PARA MEDIR SIMULTÁNEAMENTE NIVEL DEL MAR, CORRIENTES (VELOCIDAD/DIRECCIÓN) Y OLEAJE (ALTURA/PERIODO/DIRECCIÓN), CON MUESTREOS CADA 30 MINUTOS PARA NIVEL Y CORRIENTES (CON PERFILES VERTICALES SEGÚN PROFUNDIDAD), Y PAQUETES DE 20 MINUTOS CADA 3 HORAS PARA OLEAJE (MUESTREO CADA 0.5 SEGUNDOS). LAS CAMPAÑAS SEMESTRALES (30 DÍAS EN ENERO/FEBRERO Y AGOSTO/SEPTIEMBRE) SE REALIZARÁN LOS PRIMEROS DOS AÑOS PARA CAPTAR CONDICIONES EXTREMAS (INVIERNO/HURACANES), Y ANUALES (AGOSTO/SEPTIEMBRE, 30 DÍAS) DEL TERCER AL QUINTO AÑO. LOS RESULTADOS INCLUIRÁN SERIES DE TIEMPO, ROSAS DE CORRIENTES Y DIAGRAMAS DE ASTILLAS	MEDICIÓN	1	$249,000.00	$249,000.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	IGUAL
V.1.2.2	MODELACIÓN DEL PATRÓN DE CORRIENTES EN EL SITIO DEL VERTIMIENTO. PARA OBTENER EL PATRÓN DE CIRCULACIÓN EN EL SITIO DE VERTIMIENTO SE REALIZARÁN DOS MODELACIONES SEMESTRALES DURANTE LOS PRIMEROS DOS AÑOS. EL MODELO NUMÉRICO UTILIZADO DEBERÁ RESOLVER POR DIFERENCIA O ELEMENTOS FINITOS LAS ECUACIONES DE NAVIER-STOKES Y CONSIDERAR LOS EFECTOS DE LA VARIACIÓN DEL NIVEL DE LA MAR DEBIDA A LA ATRACCIÓN GRAVITACIONAL ENTRE LOS ASTROS, EL EFECTO DE VIENTO Y LA FRICCIÓN CON EL FONDO. LOS DATOS DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO SERÁN LOS RECABADOS DURANTE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIONES DE INVIERNO Y DURANTE LA TEMPORADA DE HURACANES. DE LA MISMA MANERA PARA LOS AÑOS 3 AL 5 SE REALIZARÁ UNA MODELACIÓN ANUAL DEL PATRÓN DE CIRCULACIÓN. LOS DATOS DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO SERÁN LOS RECABADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES EFECTUADA EN LA TEMPORADA DE HURACANES.	MODELACION	1	$77,000.00	$77,000.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	IGUAL

V.1.2.3	MODELACIÓN DE TRANSPORTE SEDIMENTARIO EN EL SITIO DEL VERTIMIENTO. PARA EVALUAR EL IMPACTO DEL PECIO EN EL TRANSPORTE SEDIMENTARIO, SE REALIZARÁN MODELACIONES SEMESTRALES (AÑOS 1-2) Y ANUALES (AÑOS 3-5), ACOPLANDO UN MODELO DE CIRCULACIÓN CALIBRADO CON UN MODELO ESPECTRAL DE OLEAJE. ESTO PERMITIRÁ CALCULAR LOS ESFUERZOS EN EL FONDO MARINO GENERADOS POR OLAS Y CORRIENTES, UTILIZANDO DATOS DE CAMPAÑAS DE MEDICIÓN COMO ENTRADA. LOS RESULTADOS ALIMENTARÁN UN MODELO DE TRANSPORTE LITORAL PARA PREDECIR ZONAS DE ACUMULACIÓN/EROSIÓN, CON VERIFICACIÓN MEDIANTE LEVANTAMIENTOS BATIMÉTRICOS EN ÁREAS CRÍTICAS	MODELACION	1	$51,300.00	$48,000.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	IGUAL
V.1.3	**SUSTRATO MARINO**				**$35,758.00**		
V.1.3.1	ESTUDIO GRANULOMÉTRICO DEL SITIO DEL VERTIMIENTO. SE OBTENDRÁN 2 MUESTRAS DE SEDIMENTOS EN EL ÁREA DEL HUNDIMIENTO DE LOS PECIOS CON EL PROPÓSITO DE ALIMENTAR LOS MODELOS DE TRANSPORTE LITORAL.	MUESTRA	2	$3,103.00	$6,206.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	SEMAR E INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN
V.1.3.2	ESTUDIOS DE CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN 2 SITIOS DEL LUGAR DEL VERTIMENTO. SE MONITOREARÁ EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS SEDIMENTOS ALREDEDOR DEL PECIO. LOS CAMBIOS EN EL PORCENTAJE DE CONTENIDO DE LA MATERIA ORGÁNICA PUEDEN OCASIONARSE POR EL INCREMENTO DE BIOMASA EN EL ARRECIFE ARTIFICIAL. SE TOMARÁN 2 MUESTRAS DE SUSTRATO CON AYUDA DE DRAGA VAN VEEN O MEDIANTE BUCEO.	MUESTRA	2	$2,876.00	$5,752.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	SEMAR E INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN
V.1.3.3	ANALISIS CRIT (NOM-054-SEMARNAT-2005) EN DOS PUNTOS DEL LUGAR DEL VERTIMIENTO. LA CALIDAD QUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS SE ESTABLECERÁ A TRAVÉS DEL ANÁLISIS CRIT QUE MARCA LA NOM-052-SEMARNAT-2005 PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS. SE CONSIDERARÁN DOS ESTACIONES DE MUESTREO ALEDAÑAS A CADA PECIO.	ANÁLISIS	1	$23,800.00	$23,800.00	ANUAL DEL AÑO 1 AL 5.	IGUAL
V.1.4	**PRODUCTIVIDAD PRIMARIA**				**$19,800.00**		

	ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD PRIMARIA MEDIANTE EL METODO DE BOTELLA CLARA Y OSCURA EN 4 ESTACIONES A 4 PROFUNDIDADES (SUPERFICIE, 5M,10M Y 20M O FONDO) EN EL SITIO DE VERTIMIENTO DE LOS EX-BUQUES. SE OBTENDRÁN MUESTRAS DE AGUA CON AYUDA DE UNA BOTELLA NISKIN DESDE PROFUNDIDADES DE SUPERFICIE, 5, 10 Y 20 M PARA 4 ESTACIONES. EL ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA SE REALIZARÁ MEDIANTE EL MÉTODO DE LA BOTELLA CLARA Y OBSCURA (GAARDNER Y GRAN,1927) BASADO EN LA PRODUCCIÓN DE OXÍGENO EN UNA MUESTRA DE AGUA INCUBABA BAJO SUS CONDICIONES AMBIENTALES POR UN DETERMINADO PERÍODO DE TIEMPO (6 HORAS). EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO SERÁ UN SENSOR MARCA HANNA H87 IMPERMEABLE CON SONDA POLAROGRÁFICA.	MUESTRA	6	$3,300.00	$19,800.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL Y DESPUÉS DE ALGÚN EVENTO CICLONICO FUERTE	SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.
V.2	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA**				**$104,200.00**		
V.2.1	CAMPAÑA DE REGISTRO DE PARÁMETROS AMBIENTALES IN SITU (TEMPERATURA, SALINIDAD, OXÍGENO DISUELTO, TURBIDEZ, PH Y TRANSPARENCIA (SECCHI), EN 4 ESTACIONES MEDIANTE SONDA MULTIPARAMETRICA. LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA SE REGISTRARÁ MEDIANTE SONDA MULTIPARÁMETROS EN LA COLUMNA DE AGUA EN 15 (QUINCE) ESTACIONES, LA PERIODICIDAD DEL MONITOREO SERÁ SEMESTRAL LOS PRIMEROS DOS AÑOS POSTERIORES AL HUNDIMIENTO DEL EX - BUQUE; Y ANUAL DEL TERCER AL QUINTO AÑO. LAS VARIABLES QUE SE REGISTRARÁN SERÁN LOS SIGUIENTES: T°C, S, O2 DISUELTO, PH Y TURBIDEZ; ASÍ COMO LA TRANSPARENCIA MEDIDA CON DISCO DE SECCHI.	CAMPAÑA	1	$20,095.00	$18,500.00	CUATRIMESTRALES AÑO 1 Y 2, ANUALES DEL AÑO 3 AL 5	SEMAR E INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN
V.2.2	NUTRIENTES, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES. SE OBTENDRÁN MUESTRAS DE AGUA CON AYUDA DE UNA BOTELLA NISKIN EN SUPERFICIE Y A 20 M EN UNA ESTACIÓN DE MUESTREO, SE CONSIDERARÁN LOS SIGUIENTES PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA: NITRATOS, NITRITOS, AMONIO, ORTOFOSFATOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y	PAQUETE INTEGRAL	1	$19,700.00	$73,500.00	CUATRIMESTRALES AÑO 1 Y 2, ANUALES DEL AÑO 3 AL 5	SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.

	LOS DE LA NOM-001-SEMARNAT-2021 OBTENIDOS SERÁN COMPARADOS CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE CALIDAD DE AGUA (CE-CCA 001/89) PARA LA PROTECCIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA DE AGUA MARINA (ZONAS COSTERAS).						
V.2.4	ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO (ENTEROCOCOS). SE EMPLEARÁ EL MÉTODO DE MEDIO CROMOGÉNICO PARA ENTEROCOCOS EN EL AGUA DE MAR. LA COLECTA DE MUESTRAS SERÁ CADA 4 MESES. SE TOMARÁ UNA SOLA MUESTRA A NIVEL SUPERFICIAL. LOS RESULTADOS SERÁN COMPARADOS CON EL MANUAL OPERATIVO: MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE USO RECREATIVO DE CONTACTO PRIMARIO EN EL AGUA DE MAR DE PLAYAS Y CUERPOS DE AGUA DULCE (RCP) REGULADO POR LA COMISIÓN FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS DE LA SECRETARÍA DE SALUD (2024).	MUESTRA	1	$1,900.00	$1,900.00	CUATRIMESTRALES AÑO 1 Y 2, ANUALES DEL AÑO 3 AL 5	SEMAR E INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN
V.2.5	QUÍMICOS PERSISTENTES. SE DARÁ SEGUIMIENTO AL EFECTO AMBIENTAL DE LA ESTRUCTURA EN EL CUERPO DE AGUA, SOBRE TODO POR LA LIBERACIÓN DE METALES PESADOS Y PRESENCIA DE QUÍMICOS ORGÁNICOS PERSISTENTES. DEBERÁ REALIZAR ESTAS PRUEBAS UN LABORATORIO ACREDITADO ANTE LA EMA, EMPLEANDO EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA Y CROMATOGRAFÍA DE GASES O LÍQUIDOS. SE TOMARÁ UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DEL ÁREA DE HUNDIMIENTO.	ANÁLISIS	1	$10,300.00	$10,300.00	SEMESTRAL AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL	SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.
V.3	**SUBPROGRAMA DE COLONIZACIÓN DE LOS EX - BUQUES**				**$251,400.00**		
V.3.1	MONITOREO DE COLONIZACIÓN DE ORGANISMOS BENTÓNICOS. SE UTILIZARÁ UNA CUADRICULA DE PVC DE 0.5 M2 A 1.0 M2 SUBDIVIDIDA EN CUADRICULAS DE 0.01 M2 A LO LARGO DEL TRANSECTO. ESTA CUADRICULA SE DISPONDRÁ SOBRE EL TRANSECTO CADA METRO, ESTIMANDO EL PORCENTAJE DE COBERTURA DE CADA UNO DE LOS TAXONES OBSERVADOS (GUZMÁN Y CROQUER, 2014). PARA CADA COLONIA O TIPO DE COBERTURA EN LA CUADRICULA, SE REGISTRARÁ EL TAXÓN (A NIVEL DE ESPECIE, CUANDO SEA POSIBLE), EL ÁREA QUE OCUPA CONTANDO LAS CELDAS Y FRACCIONES DE UNA CELDA. LAS CATEGORÍAS SE DEFINIRÁN DEPENDIENDO	ESTUDIO	2	$57,000.00	$114,000.00	SEMESTRAL	INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN O LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.

	DEL TIPO DE ORGANISMOS QUE COLONICEN EL PECIO. HABRÁ QUE HACER AJUSTES SOBRE EL NÚMERO DE TRANSECTOS SEGÚN LA FORMA EN QUE EL PECIO SE DESPLANTE SOBRE EL FONDO MARINO DURANTE ELHUNDIMIENTO. LAS ESTRATEGIAS VARIARÁN SI EL PECIO SE DESPLANTA DE COSTADO O CON EL FONDO DEL CASCO SOBRE LA ARENA. LAS PARTES EXPUESTAS A LA INCIDENCIA DE LA LUZ PODRÁN TENER MEJOR DESARROLLO QUE LAS QUE SE MANTIENEN EN OSCURIDAD. SE CONSIDERA UN ESTUDIO POR CADA PECIO.						
V.3.2	MONITOREO DE ATRACCIÓN DE PECES Y OTROS ORGANISMOS NECTÓNICOS. SE CONTABILIZARÁN A LO LARGO DE TRES TRANSECTOS DE 30 M DE LARGO, EN UN ÁREA DE 2 M DE ANCHO Y ENTRE 0 Y 2 M DEL FONDO DE LA COLUMNA DE AGUA. LOS TRANSECTOS CUBRIRÁN UN ÁREA TOTAL DE 120 M2 (30 X 2 X 2 M) Y PERMITIRÁ ESTIMAR LA ABUNDANCIA O LA BIOMASA DE LOS PECES DENTRO DE ESTA ÁREA. LA VELOCIDAD DE NADO DEL BUZO DEBE SER APROXIMADA A 3 – 5 METROS POR MINUTO. LOS TRANSECTOS SE REALIZARÁN UNO SOBRE EL PECIO, UNO A LADO DE BABOR Y OTRO A ESTRIBOR DEL PECIO. LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA SE REALIZARÁ CON AYUDA DE CLAVES Y GUÍAS ESPECIALIZADAS, HASTA EL NIVEL TAXONÓMICO POSIBLE. SE APLICARÁN LOS ÍNDICES DE ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD. SE CONSIDERA UN ESTUDIO POR CADA PECIO.	ESTUDIO	2	$28,200.00	$56,400.00	SEMESTRAL	INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN O LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.
V.3.3	ESTUDIO DE FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON . SE IDENTIFICARÁN LAS POBLACIONES, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES DEL FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y BENTOS PRESENTE EN EL SITIO DEL PROYECTO. LAS MUESTRAS DE PLANCTON SE OBTENDRÁN MEDIANTE ARRASTRES CON REDES DE LUZ DE MALLA ADECUADAS PARA FITO Y ZOOPLANCTON (50 Y 100 MICRAS, RESPECTIVAMENTE). LOS ARRASTRES DE FITOPLANCTON SE REALIZARÁN A BAJA VELOCIDAD POR 5 MINUTOS. LAS MUESTRAS DE LOS COLECTORES DE FITO Y ZOOPLACTON SERÁN VACIADOS EN RECIPIENTES DE PLÁSTICO CON CIERRE HERMÉTICO DEBIDAMENTE ETIQUETADOS, EN LOS CUALES SE VERTERÁ UNA SOLUCIÓN DE FORMALDEHIDO AL 10% AMORTIGUADO CON	PAQUETE INTEGRAL	1	$81,000.00	$81,000.00	ANUAL	INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN O LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.

	BÓRAX COMO MEDIO DE FIJACIÓN PARA LA BIOTA PRESENTE. LA IDENTIFICACIÓN SE REALIZARÁ EN DOS ETAPAS: CLASIFICACIÓN DE LOS GRANDES GRUPOS (POLIQUETOS, MOLUSCOS, CRUSTÁCEOS, FORAMINÍFEROS, ETC.) PARA LUEGO ALCANZAR EL MAYOR NIVEL TAXONÓMICO POSIBLE. LAS MUESTRAS DE ZOOPLANCTON SE ANALIZARÁN CON ESTEREOMICROSCOPIO, INCLUYENDO REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ESPECIES. PARA EL FITOPLANCTON, SE EMPLEARÁ MICROSCOPIO INVERTIDO Y COMPUESTO, CON IDENTIFICACIÓN MEDIANTE CLAVES ESPECIALIZADAS HASTA EL NIVEL TAXONÓMICO MÁXIMO. SE APLICARÁN ÍNDICES DE ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD.						
V.4	**SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE**				**$147,000.00**		
V.4.1	PRESENCIA DE BASURA DOMÉSTICA. SE REALIZARÁ MONITOREO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO DE FORMA SEMESTRAL LOS AÑOS 1 Y 2 Y ANUALES LOS AÑOS 3 A 5. EFECTUANDO LA COLECTA Y REGISTRO (PESO Y ABUNDANCIA RELATIVA) DE DESECHOS DISPERSOS FLOTANDO EN EL AGUA Y BASURA EN EL FONDO MARINO. CON LA INFORMACIÓN REGISTRADA SE ELABORAR UN REPORTE QUE INCLUIRÁ EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE FORMARÁ PARTE DEL INFORME AMBIENTAL.	DOCUM ENTO	1	$31,000.00	$31,000.00	SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL	SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.
V.4.2	RESTOS DE IMPLEMENTOS DE PESCA O BUCEO EN EL ÁREA DEL ARRECIFE SE REALIZARÁ MONITOREO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO DE FORMA SEMESTRAL LOS AÑOS 1 Y 2 Y ANUALES LOS AÑOS 3 A 5. BUSCANDO RASTROS DE PESCA, REGISTRANDO LA PRESENCIA DE REDES, SEDALES U OTROS IMPLEMENTOS DE PESCA (CANTIDAD EN NÚMERO Y PESO) EN EL SITIO DEL ARRECIFE ARTIFICIAL. CON LA INFORMACIÓN REGISTRADA SE ELABORAR UN REPORTE QUE INCLUIRÁ EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE FORMARÁ PARTE DEL INFORME AMBIENTAL.	DOCUMENTO	1	$31,000.00	$31,000.00	SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL	SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO CON ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO.
V.4.3	EVIDENCIA DE FONDEO EN EL ÁREA DEL ARRECIFE. SE REALIZARÁ MONITOREO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO DE FORMA SEMESTRAL LOS AÑOS 1 Y 2 Y ANUALES LOS AÑOS 3 A 5. CON EL OBJETIVO DE BUSCAR EVIDENCIA DE ANCLAJE FUERA DEL ÁREA DESTINADA O DIRECTAMENTE EN EL ARRECIFE	DOCUM ENTO	1	$31,000.00	$31,000.00	SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL	IGUAL

	ARTIFICIAL. CON LA INFORMACIÓN REGISTRADA SE ELABORAR UN REPORTE QUE INCLUIRÁ EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE FORMARÁ PARTE DEL INFORME AMBIENTAL.						
V.4.4	EVIDENCIA DE DAÑOS A LAS SUPERFICIES ARRECIFALES COLONIZADAS. SE REALIZARÁ MONITOREO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO DE FORMA SEMESTRAL LOS AÑOS 1 Y 2 Y ANUALES LOS AÑOS 3 A 5. CON EL OBJETIVO DE DOCUMENTAR DAÑO A SUPERFICIES COLONIZADAS EN SU CASO DEBIDO AL RETIRO DE ESPECIES COLONIZADAS POR ESPECIES BENTÓNICAS REGISTRANDO LA SUPERFICIE DAÑADA TOTAL Y EL % DE LA SUPERFICIE DAÑADA. CON LA INFORMACIÓN REGISTRADA SE LABORAR UN REPORTE QUE INCLUIRÁ EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE FORMARÁ PARTE DEL INFORME AMBIENTAL.	DOCUMENTO	1	$39,000.00	$39,000.00	SEMESTRALES AÑOS 1 Y 2, DEL AÑO 3 AL 5 ANUAL	IGUAL
V.4.7	ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO, IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS NO IDENTIFICADOS Y MEDIDAS ADICIONALES DE MITIGACIÓN E INFORMES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL ANUAL. SI DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO LOS RESULTADOS DEL MONITOREO AMBIENTAL ARROJAN VALORES NO ESPERADOS O EL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PERMITA IDENTIFICAR IMPACTOS NO CONSIDERADOS ORIGINALMENTE, SE TOMARÁ NOTA DEL HECHO Y SE REALIZARÁ UN ANÁLISIS DETALLADO DE CAUSA – RAÍZ. SI LAS CAUSAS SON IDENTIFICADAS PLENAMENTE Y DERIVAN DEL MANEJO TURÍSTICO, SE PROPONDRÁN DIRECTAMENTE NUEVAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA SU APLICACIÓN.	SERVICIO	1	$15,000.00	$15,000.00	ANUAL	IGUAL

VII.6. COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
VI.	**COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL**				**$208,000.00**		
VI.1	SUPERVISIÓN AMBIENTAL. LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, VERIFICARÁ EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACCIONES Y MEDIDAS DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL, PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE Y SUBPROGRAMAS, ASÍ COMO EL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIONES PROPUESTAS EN EL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL Y LAS CONDICIONANTES DEL(LOS) RESOLUTIVO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y COMPROMISOS ESTABLECIDOS EN LOS CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON INSTANCIAS GUBERNAMENTALES, EDUCATIVAS, DE INVESTIGACIÓN Y PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CON EL FIN DE INVOLUCRADOS EN LOS PLANES DE MANEJO DEL ARRECIFE.	EVENTO	1	$32,000.00	$32,000.00	ANUAL	ESTA ACTIVIDAD LA REALIZARÁ, LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, DE SER NECESARIO CONTRATARÁ LOS SERVICIOS DE UNA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN ESPECIALIZADA EN LA MATERIA.
VI.2	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE EMBARCACIONES, PARA GARANTIZAR EL CONTROL DE LAS EMBARACIONES DE RECREO QUE INGRESAN AL POLIGONO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA.	LOCALIZADOR + LICENCIA ANUAL	20	$8,800.00	$176,000.00	ANUAL	LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, IMPLEMENTARÁ EL SISTEMA DE MONITOREO, LOS PRESTADORES DE SERVICIOS ADQUIRIRÁN EL LOCALIZADOR Y LA LICENCIA ANUAL.

VII.7. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	MONTO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
B.	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL						
VII.	**EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO**				**$28,700.00**		
	GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE INDICADORES DEL DESEMPEÑO BASADO EN EL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL. SE GENERARÁ UN DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN RECABADA, SE CONSIDERARÁ EL REGISTRO DE AFLUENCIA EN EL SITIO, FACTORES METEOROLÓGICOS Y OTROS EVENTOS QUE PUEDAN CAUSAR VARIACIONES EN LOS RESULTADOS, MISMOS QUE TAMBIÉN SE REPORTARÁN.	SERVICIO	1	$28,700.00	$28,700.00	ANUAL	ESTA ACTIVIDAD LA REALIZARÁ LA LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, DE SER NECESARIO CONTRATARÁ LOS SERVICIOS DE UNA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN ESPECIALIZADA EN LA MATERIA.

VIII. PRESUPUESTO ANUALIZADO DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ESTAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
A.	**PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.**	**$5,364,102.00**				
I.	**LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"**	**$3,902,420.00**				
	TRABAJOS DE RETIRO DE FLUIDOS CONTAMINANTES: COMBUSTIBLES, ACEITE DE MOTOR, ACEITES HIDRÁULICOS, OTROS FLUIDOS DE LOS TANQUES O SITIOS DE ALMACENAMIENTO EN LOS CASCOS DEL LOS EX BUQUES.					
II.	**MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)**	**$269,640.00**				

	ACOPIO TEMPORAL, TRANSPORTE Y CORRECTA DISPOSICIÓN A TRAVÉS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES AUTORIZADOS POR SEMARNAT.					
III.	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME).**	**$26,460.00**				
	ACOPIO TEMPORAL, TRANSPORTE Y CORRECTA DISPOSICIÓN A TRAVÉS DE PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES AUTORIZADOS.					
IV.	**UBICACIÓN DEL SITIO DE HUNDIMIENTO Y FONDEO DE LOS EX BUQUES.**	**$762,364.00**				
	DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN PERIMETRAL DEL POLÍGONO DEL SAAC. INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE 4 BOYAS LUMINOSAS DE SEÑALAMIENTO MARÍTIMO COLOR AMARILLO, CON UNA ALTURA DE VISIBILIDAD (ARRIBA DEL AGUA) DE 1.6 M, ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS PARA ARRAIGO Y/O ANCLAJE DE BOYAS MEDIANTE CONTRAPESOS EXTERNOS (1.2 TON.), LINTERNAS, GRILLETES DE ACERO CON PERNO, TUERCAS Y CHAVETAS, DESTORCEDOR DE ACERO PARA CADENA Y CADENA DE ACERO.					
V.	**INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES.**	**$358,448.00**				
	BARRERA DE CONTENCIÓN CONTRA DERRAMES DE HIDROCARBUROS. INCLUYE: PERSONAL TÉCNICO (BUZOS, OBREROS) PARA LA COLOCACIÓN Y DESPLIEGUE, EL ACARREO Y MOVILIZACIÓN DE PERSONAL Y EQUIPO MEDIANTE VEHÍCULO TIPO PICK UP, 2 EMBARCACIONES TIPO DEFENDER E INSTALACIÓN DE HASTA 200 METROS DE BARRERA ANTIDISPERSIÓN DE CONTAMINANTES FLOTANTE DE DESPLIEGUE RÁPIDO A BASE DE PVC MARCA ELASTEC MODELO MAXIMAX DE 760 MM DE ALTURA. COMO MEDIDA DE PREVENCIÓN ANTE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS PARA EL CONFINAMIENTO TEMPORAL DEL DERRAME SE CONTARÁ CON TANQUES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE HIDROCARBUROS (ROTANK) MARCA: DESMI MODELO RO-TANK, CON CAPACIDADES DE 5 Y 15 METROS CÚBICOS. SE CONTARÁ CON UN EQUIPO RECUPERADOR DE HIDROCARBUROS MARCA RO-CLEAN DESMI MODELO RO-MOP OM 140 O EQUIVALENTE.					
VI.	**AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS PREVIO A LOS HUNDIMIENTOS.**	**$5,650.00**				
	LAS MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO CONSISTEN EN EL PASO DE DOS EMBARCACIONES A VELOCIDAD MODERADA CUYA ESTELA DE TURBULENCIA CREADA POR LA PROPELA, ASÍ COMO EL RUIDO A SU PASO, PERMITAN ALEJAR ESPECIES CARISMÁTICAS COMO: MAMÍFEROS MARINOS, TORTUGAS U OTROS PELÁGICOS MAYORES. LAS AVES ACUÁTICAS NO SERÁN CONSIDERADAS PARA ESTA ACTIVIDAD, TODA VEZ QUE ESTOS ORGANISMOS TIENEN UNA ALTA CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO ANTE LA PRESENCIA O ACTIVIDADES HUMANAS. SE MONITOREARÁ LA CONFIRMACIÓN DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE ESPECIES CARISMÁTICAS DURANTE EL TRANSCURSO DE LA HORA PREVIA AL EVENTO DE HUNDIMIENTO DE CADA EX – BUQUE. PARA ELLO SE ESTARÁ OBSERVANDO EL ESPEJO DE AGUA CON AYUDA DE BINOCULARES (7X) EN UN RADIO DE 100 M DE LOS EX - BUQUES; REGISTRANDO EN SU CASO, EL TIPO DE ORGANISMO PRESENTE, ASÍ COMO LAS MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO REALIZADAS.					

VII.	**PERIMETRO DE SEGURIDAD.**	**$27,120.00**				
	ESTABLECER PERÍMETRO DE SEGURIDAD PARA LAS EMBARCACIONES MENORES PRESENTES EN LOS EVENTOS DE HUNDIMIENTO. ESTE SERÁ EN UN RADIO DE 250 M DE LOS EX BUQUES PARA PERMITIR EJECUTAR LAS TAREAS DE AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS Y EL HUNDIMIENTO PROPIO DEL PECIO. SEMAR TENDRÁ DISPONIBLE UNA EMBARCACIÓN RÁPIDA DE APOYO PARA ESTAS TAREAS. SE SOLICITARÁ A CAPITANES DE EMBARCACIONES MENORES MANTENER LA DISTANCIA DE SEGURIDAD INDICADA.					
VIII.	**VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS EX BUQUES TRAS SU HUNDIMIENTO.**	**$12,000.00**				
	BUCEO EN LOS SITIOS DE HUNDIMIENTO PARA VERIFICAR LA ORIENTACIÓN APROXIMADA DE LOS PECIOS.					

Nota: las inversiones en este programa variarán con relación a la programación de nuevos ex buques o artefactos que se calendaricen a corto y mediano plazo. No se incluyen de momento hasta tener confirmación.

IX. PRESUPUESTO ANUALIZADO DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO.

IX.1. ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
I.	**ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES**	$17,000.00		$17,000.00		$17,000.00	$17,000.00	$17,000.00
I.1	CONVENIOS INTERINSTITUCIONALES CON ENTIDADES. INCLUYE GASTOS DE MOVILIZACIÓN Y VIÁTICOS DURANTE EL PROCESO DE ESTABLECIMIENTO DE CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON INSTANCIAS GUBERNAMENTALES, EDUCATIVAS, DE INVESTIGACIÓN Y PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CON EL FIN DE COLABORAR EN LOS PLANES DE MANEJO DEL ARRECIFE. ESTA ACTIVIDAD INCLUYE GESTIÓN, MOVILIZACIÓN Y SEGUIMIENTO.	$17,000.00		$17,000.00		$17,000.00	$17,000.00	$17,000.00

IX.2. COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
II.	**COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE**	**$347,140.00**	**$34,000.00**	**$30,820.00**	**$34,000.00**	**$64,820.00**	**$64,820.00**	**$64,820.00**
II.1	**CONSERVACIÓN AMBIENTAL**							
II.1.2	SEÑALAMIENTO DE PECIOS Y AMARRE DE EMBARCACIONES. INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE 2 BOYAS PARA EL AMARRE Y SEÑALAMIENTO DE LOS PECIOS, CON CANALES LATERALES EN LA ESTRUCTURA QUE PERMITAN EL PASO Y ACOMODO DE CADENAS O CUERDAS DE AMARRE, INCLUYE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS PARA ARRAIGO Y/O ANCLAJE DE BOYA MEDIANTE CONTRAPESOS EXTERNOS DE CONCRETO HIDRÁULICO, GRILLETES DE ACERO CON PERNO, TUERCA Y CHAVETA, DESTORCEDOR DE ACERO PARA CADENA Y CADENA DE ACERO.	$303,320.00						

II.1.3	JORNADA ANUAL DE LIMPIEZA (PLAYAS ALEDAÑAS Y FONDO MARINO DEL SITIO DE HUNDIMIENTO). INCLUYE: LIMPIEZA, RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CONTORNO LITORAL POR MEDIOS MANUALES Y LIMPIEZA DE FONDO MARINO MEDIANTE BUCEO AUTÓNOMO.		$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
II.2	**GESTIÓN DE RESIDUOS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUSTRATO MARINO**							
II.2.1	CONTENEDORES PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS O BOLSAS PARA RSU AL ALCANCE DE LOS TURISTAS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. MISMOS QUE SE DISPONDRÁN EN CONTENEDORES EN EL PUERTO DE EMBARQUE. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$5,000.00						
II.2.2	CONTENEDORES HERMÉTICOS PARA RESIDUOS PELIGROSOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS CON TAPA DEBIDAMENTE IDENTIFICADOS AL ALCANCE DE LOS TURISTAS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. MISMOS QUE SE DISPONDRÁN EN CONTENEDORES EN EL PUERTO DE EMBARQUE. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$8,000.00						
II.2.3	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE DISPONER LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL RELLENO SANITARIO DE LA LOCALIDAD. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$11,400.00		$11,400.00		$11,400.00	$11,400.00	$11,400.00
II.2.4	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE DISPONER LOS RESIDUOS PELIGROSOS A TRAVÉS DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS AUTORIZADAS. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$19,420.00		$19,420.00		$19,420.00	$19,420.00	$19,420.00

IX.3. COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES Y OTRAS EMERGENCIAS.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
III.	**COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES U OTRAS EMERGENCIAS**	**$90,544.00**		**$90,544.00**		**$90,544.00**	**$90,544.00**	**$90,544.00**
III.1	**MEDIDAS DE RESPUESTA INMEDIATA**							
III.1.1	BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS. EN CASO DE DERRAMES SE DARÁ AVISO INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES: CAPITANÍA DE PUERTO, SEMAR, PROFEPA, ETC. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$23,804.00		$23,804.00		$23,804.00	$23,804.00	$23,804.00
III.1.2	CONTENEDORES DE CIERRE HERMÉTICO ABORDO PARA ALMACENAJE TEMPORAL DE LOS RESIDUOS DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CONTARÁN CON DEPÓSITOS CON TAPA DEBIDAMENTE IDENTIFICADOS A BORDO DE LA EMBARCACIÓN. SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$8,000.00		$8,000.00		$8,000.00	$8,000.00	$8,000.00
III.1.3	DISPOSICIÓN FINAL A TRAVÉS DE EMPRESA ESPECIALIZADA. LOS PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES SERÁN LOS RESPONSABLES DE LA DISPOSICIÓN FINAL A TRAVÉS DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS AUTORIZADAS. PARA TAL ACCIÓN SE GESTIONARÁ LA FIRMA DE CONVENIO DE COORDINACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CON PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS. SE REALIZARÁN VISITAS PARA EVIDENCIAR LA PRÁCTICA DE LA TOTALIDAD DE PROTOCOLOS PROPUESTOS.	$58,740.00		$58,740.00		$58,740.00	$58,740.00	$58,740.00

IX.4 COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
IV.	**COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN**	**$176,000.00**		**$176,000.00**		**$176,000.00**	**$176,000.00**	**$176,000.00**
IV.1	DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	$117,000.00		$117,000.00		$117,000.00	$117,000.00	$117,000.00
	CARTELES, MANUALES Y TRÍPTICOS. LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO DIFUNDIRÁ Á TRAVÉS DE MEDIOS IMPRESOS O ELECTRÓNICOS MATERIAL INFORMATIVO DONDE SE DESCRIBAN LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL ARRECIFE ARTIFICIAL.	$22,000.00		$22,000.00		$22,000.00	$22,000.00	$22,000.00
	VIDEO PROMOCIONAL. LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, ELABORARÁ VIDEOS ACERCA DEL ARRECIFE, SUS BENEFICIOS, MANEJO, USO, PROTECCIÓN E IMPORTANCIA ECOLÓGICA.	$49,000.00		$49,000.00		$49,000.00	$49,000.00	$49,000.00
	EDUCACIÓN AMBIENTAL AL PÚBLICO EN GENERAL., LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO ELABORARÁ CONTENIDO EN PLÁTICAS O CARTELES DE LOS PROPÓSITOS DEL PROYECTO CON FINES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, QUE SE IMPARTIRÁN EN ESPACIOS PÚBLICOS Y ESCUELAS.	$46,000.00		$46,000.00		$46,000.00	$46,000.00	$46,000.00
IV.2	CAPACITACIÓN AMBIENTAL	$25,000.00		$25,000.00		$25,000.00	$25,000.00	$25,000.00
	CURSO DE CAPACITACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE TURISMO SUSTENTABLE. LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, REALIZARÁ CURSOS DE CAPACITACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS DE IMPACTOS AMBIENTALES. SE PROMOVERÁ LA CERTIFICACIÓN DE PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS CON EL DISTINTIVO DE PROFEPA.	$25,000.00		$25,000.00		$25,000.00	$25,000.00	$25,000.00
IV.3	INVESTIGACIÓN	$34,000.00		$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
	CAPACITACIÓN A BUZOS LOCALES Y ESTUDIANTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES MARINAS QUE ABONEN A LA DOCUMENTACIÓN DE LA COLONIZACIÓN DE LOS PECIOS.	$34,000.00		$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00

IX.5 COMPONENTE DE MONITOREO AMBIENTAL.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
V	**COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE**	**$1,095,838.00**	**$955,838.00**	**$1,095,838.00**	**$955,838.00**	**$558,158.00**	**$558,158.00**	**$558,158.00**
V.1	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO	$499,338.00	$455,738.00	$499,338.00	$455,738.00	$55,558.00	$55,558.00	$55,558.00
V.1.1	MORFOLOGÍA COSTERA	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00			
V.1.2	OCEANOGRAFÍA FISICA	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00			
V.1.3	SUSTRATO MARINO	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$35,758.00	$35,758.00
V.1.4	PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	$19,800.00		$19,800.00		$19,800.00	$19,800.00	$19,800.00
V.2	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$104,200.00	$104,200.00	$104,200.00
V.3	SUBPROGRAMA DE COLONIZACIÓN DEL EX - BUQUE	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$251,400.00	$251,400.00
V.4	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$147,000.00	$147,000.00

IX.6 COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
VI.	**COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL**		**$208,000.00**		**$208,000.00**	**$208,000.00**	**$208,000.00**	**$208,000.00**
VI.1	SUPERVISIÓN AMBIENTAL. LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, CON LA ASISTENCIA DE LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO, VERIFICARÁ EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACCIONES Y MEDIDAS DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL, PROGRAMA DE MONITOREO PERMANENTE Y SUBPROGRAMAS, ASÍ COMO EL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIONES PROPUESTAS EN EL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL Y LAS CONDICIONANTES DEL(LOS) RESOLUTIVO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y COMPROMISOS ESTABLECIDOS		**$32,000.00**		**$32,000.00**	**$32,000.00**	**$32,000.00**	**$32,000.00**

	EN LOS CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON INSTANCIAS GUBERNAMENTALES, EDUCATIVAS, DE INVESTIGACIÓN Y PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS LOCALES CON EL FIN DE INVOLUCRADOS EN LOS PLANES DE MANEJO DEL ARRECIFE.							
VI.2	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE EMBARCACIONES, PARA GARANTIZAR EL CONTROL DE LAS EMBARACIONES DE RECREO QUE INGRESAN AL POLIGONO DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA.		**$176,000.00**		**$176,000.00**	**$176,000.00**	**$176,000.00**	**$176,000.00**

IX.7 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
VII.	**EVALAUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO**		**$28,700.00**		**$28,700.00**	**$28,700.00**	**$28,700.00**	**$28,700.00**
	GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE INDICADORES DEL DESEMPEÑO BASADO EN EL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL. SE GENERARÁ UN DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN RECABADA, SE CONSIDERARÁ EL REGISTRO DE AFLUENCIA EN EL SITIO, FACTORES METEOROLÓGICOS Y OTROS EVENTOS QUE PUEDAN CAUSAR VARIACIONES EN LOS RESULTADOS, MISMOS QUE TAMBIÉN SE REPORTARÁN.		$28,700.00		$28,700.00	$28,700.00	28700	$28,700.00

X. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL PROGRAMA DE MANEJO.

CLAVE	CONCEPTO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
A.	**PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LAS ETAPAS PRELIMINAR, PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.**							
I.	**LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LOS EX BUQUES "CORA" Y "BARANDA"**	**$3,902,420.00**						
II.	**MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RP)**	**$269,640.00**						
III.	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) Y DE MANEJO ESPECIAL (RME).**	**$26,460.00**						
IV.	**UBICACIÓN DEL SITIO DE HUNDIMIENTO Y FONDEO DE LOS EX BUQUES MEDIANTE MUERTOS.**	**$762,364.00**						
V.	**INSTALACIÓN DE BARRERA PARA CONTENCIÓN DE CONTAMINANTES.**	**$358,448.00**						
VI.	**AHUYENTAMIENTO DE ESPECIES MARINAS PREVIO A LOS HUNDIMIENTOS.**	**$5,650.00**						
VII.	**PERIMETRO DE SEGURIDAD.**	**$27,120.00**						
VIII.	**VERIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS EX BUQUES TRAS SU HUNDIMIENTO.**	**$12,000.00**						
B.	**PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**	**SEMESTRE 1**	**SEMESTRE 2**			
I.	**ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES**	**$17,000.00**		**$17,000.00**		**$17,000.00**	**$17,000.00**	**$17,000.00**
II.	**COMPONENTE TURISMO SUSTENTABLE**	**$347,140.00**	**$34,000.00**	**$30,820.00**	**$34,000.00**	**$64,820.00**	**$64,820.00**	**$64,820.00**
II.1	CONSERVACIÓN AMBIENTAL	$303,320.00	$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
II.2	GESTIÓN DE RESIDUOS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUSTRATO MARINO	$43,820.00		$30,820.00		$30,820.00	$30,820.00	$30,820.00
III.	**COMPONENTE DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES U OTRAS EMERGENCIAS**	**$90,544.00**		**$90,544.00**		**$90,544.00**	**$90,544.00**	**$90,544.00**
IV.	**COMPONENTE DE DIFUSIÓN, EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN**	**$176,000.00**		**$176,000.00**		**$176,000.00**	**$176,000.00**	**$176,000.00**
IV.1	DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	$117,000.00		$117,000.00		$117,000.00	$117,000.00	$117,000.00

IV.2	CAPACITACIÓN AMBIENTAL	$25,000.00		$25,000.00		$25,000.00	$25,000.00	$25,000.00
IV.3	INVESTIGACIÓN	$34,000.00		$34,000.00		$34,000.00	$34,000.00	$34,000.00
V	**COMPONENTE PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PERMANENTE**	**$1,095,838.00**	**$955,838.00**	**$1,095,838.00**	**$955,838.00**	**$558,158.00**	**$558,158.00**	**$558,158.00**
V.1	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DEL AMBIENTE COSTERO	$499,338.00	$455,738.00	$499,338.00	$455,738.00	$55,558.00	$55,558.00	$55,558.00
V.1.1	MORFOLOGÍA COSTERA	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00	$69,780.00			
V.1.2	OCEANOGRAFÍA FISICA	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00	$374,000.00			
V.1.3	SUSTRATO MARINO	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$11,958.00	$35,758.00	$35,758.00	$35,758.00
V.1.4	PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	$19,800.00		$19,800.00		$19,800.00	$19,800.00	$19,800.00
V.2	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$198,100.00	$104,200.00	$104,200.00	$104,200.00
V.3	SUBPROGRAMA DE COLONIZACIÓN DEL EX - BUQUE	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$170,000.00	$251,400.00	$251,400.00	$251,400.00
V.4	SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE TURISMO SUSTENTABLE	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$132,000.00	$147,000.00	$147,000.00	$147,000.00
VI.	**COMPONENTE DE VIGILANCIA AMBIENTAL**		**$208,000.00**		**$208,000.00**	**$208,000.00**	**$208,000.00**	**$208,000.00**
VII.	**EVALAUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO**		**$28,700.00**		**$28,700.00**	**$28,700.00**	**$28,700.00**	**$28,700.00**
TOTAL		**$7,090,624.00**	**$2,638,114.00**	**$1,410,202.00**	**$1,226,538.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**
TOTALES ANUALES			**$9,728,738.00**		**$2,636,740.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**	**$1,143,222.00**

Nota: A los montos debe agregarse el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

XI. MONTO Y TIPO DE INSTRUMENTO DE GARANTÍA.

Los gastos anuales calculados se resumen a continuación:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
[redacted]					

El tipo de instrumento de garantía se ejecutará por la Secretaría de Desarrollo Económico con Asistencia de la Subsecretaría de Turismo, conforme a las condiciones establecidas en las autorizaciones de la MIA.

Con la garantía de cumplimiento, se asegura que todas las medidas propuestas serán implementadas en cada una de las fases y etapas del proyecto, fortaleciendo así el desarrollo sustentable en la región de Manzanillo, Colima. Este compromiso no solo permitirá la conservación de los recursos marinos y costeros, sino que también impulsará la competitividad turística, fomentará la atracción de inversiones y generará oportunidades de empleo local. De esta manera, el proyecto contribuirá a consolidar a Manzanillo como un referente en turismo sustentable y desarrollo económico balanceado con la protección ambiental.

COLIMA
Gobierno del Estado

Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

ANEXO PARA LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

ANEXO 11. MEMORIA FOTOGRÁFICA

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

COLIMA Gobierno del Estado | Secretaría de Desarrollo Económico
Subsecretaría de Turismo

MEMORIA FOTOGRÁFICA

CREACIÓN DEL SISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL DE COLIMA

PROMOVENTE:

GOBIERNO DEL ESTADO DE COLIMA, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO, ASISTIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE TURISMO

COLIMA, COL. OCTUBRE DE 2025.

MEMORIA FOTOGRÁFICA

1. FONDO MARINO

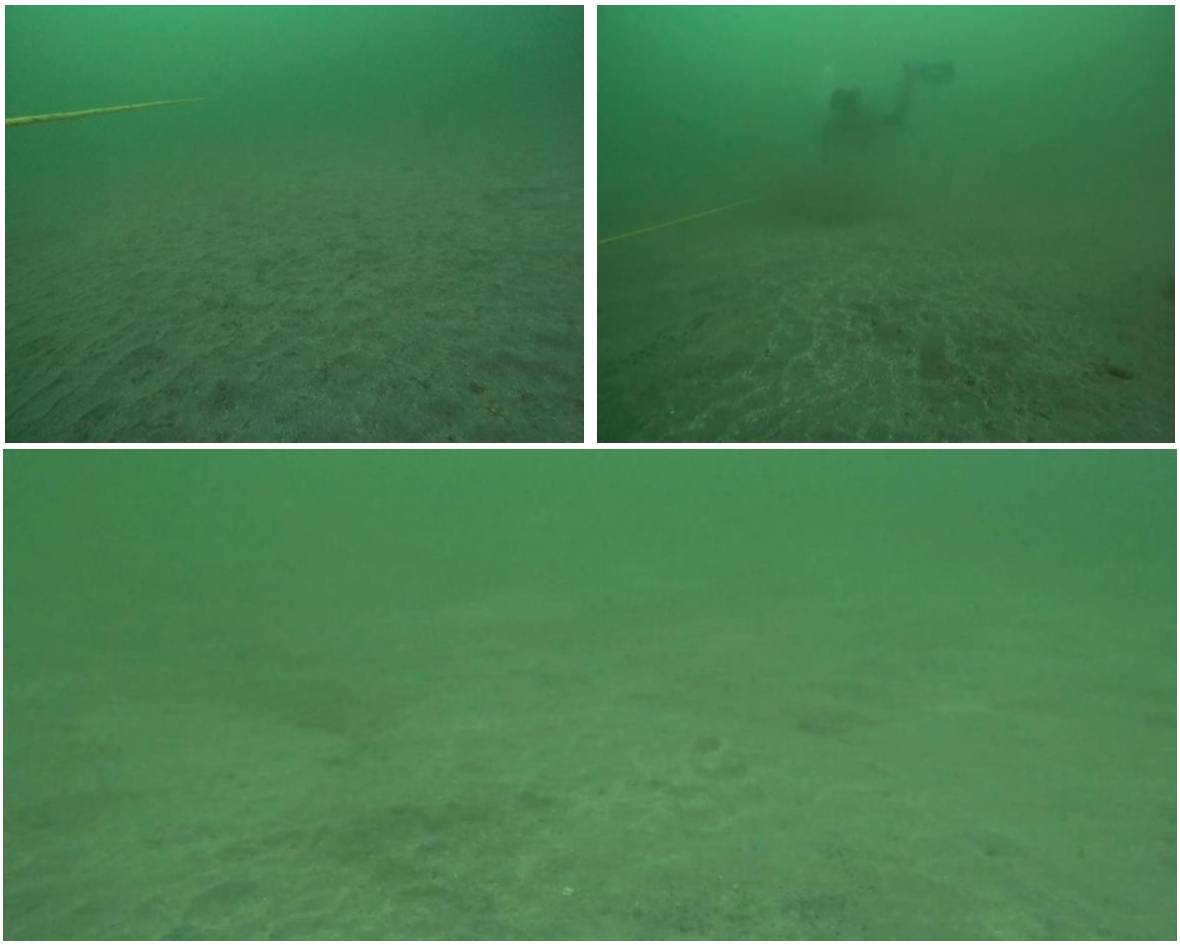


Figura 1. Fondos marinos de composición arenosa. Fotografías capturadas en enero de 2025 mediante buceo autónomo en el polígono propuesto para el SAAC.

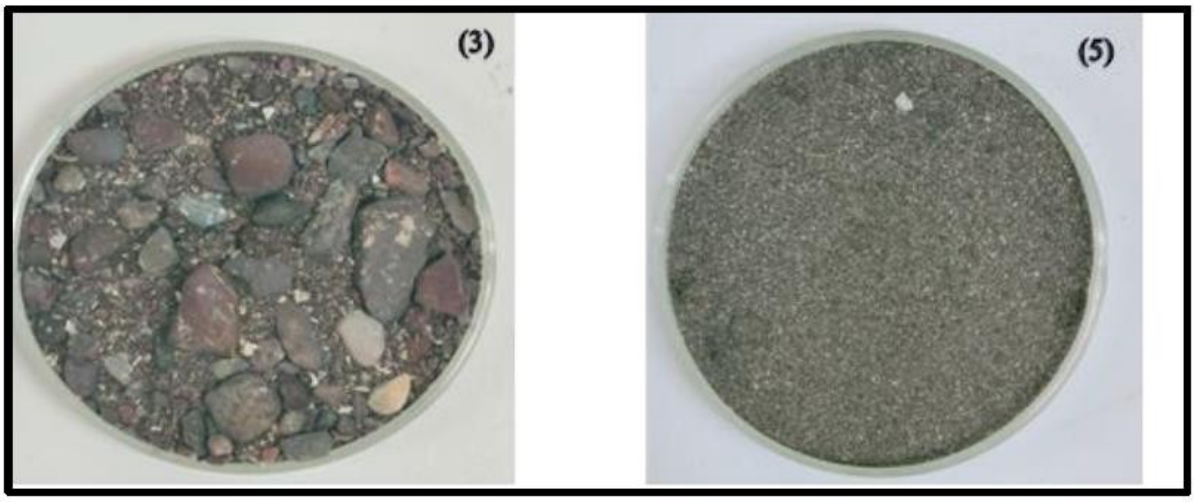


Figura 2. Clasificación de sedimento: estación (3): Arena fina con granulo; estación (5): Arena fina.

2. ANÁLISIS PREVIOS (FUERA DE SITIO).

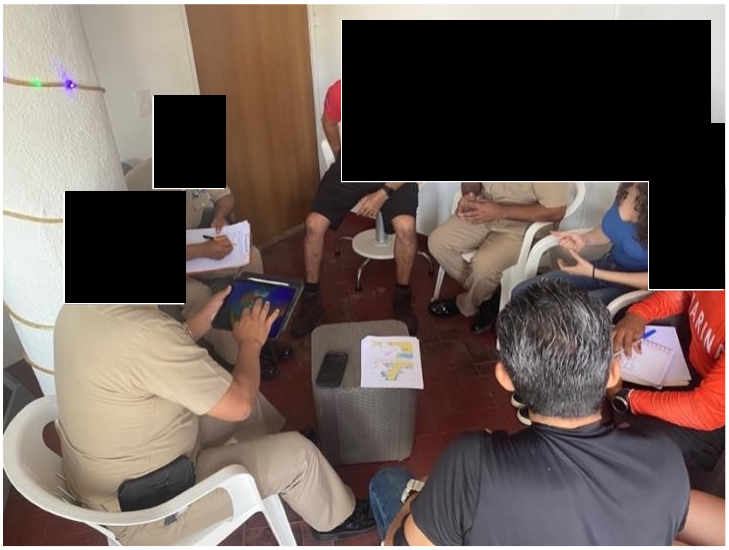


Figura 3. Reunión para el análisis técnico interinstitucional de sitios viables para el SAAC.

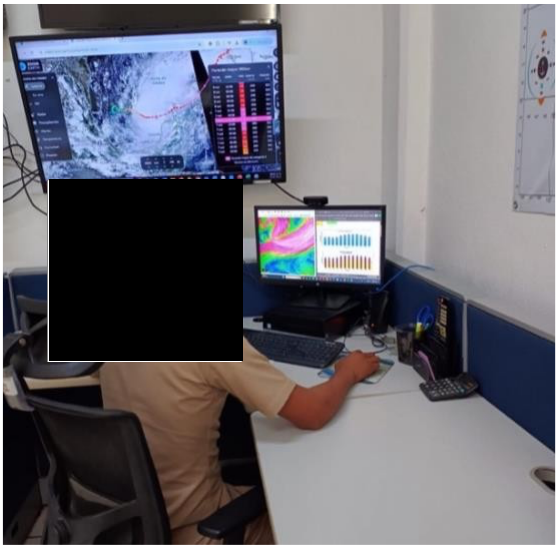


Figura 4. Análisis de influencia de ciclones tropicales en el sitio propuesto para la creación del SAAC.

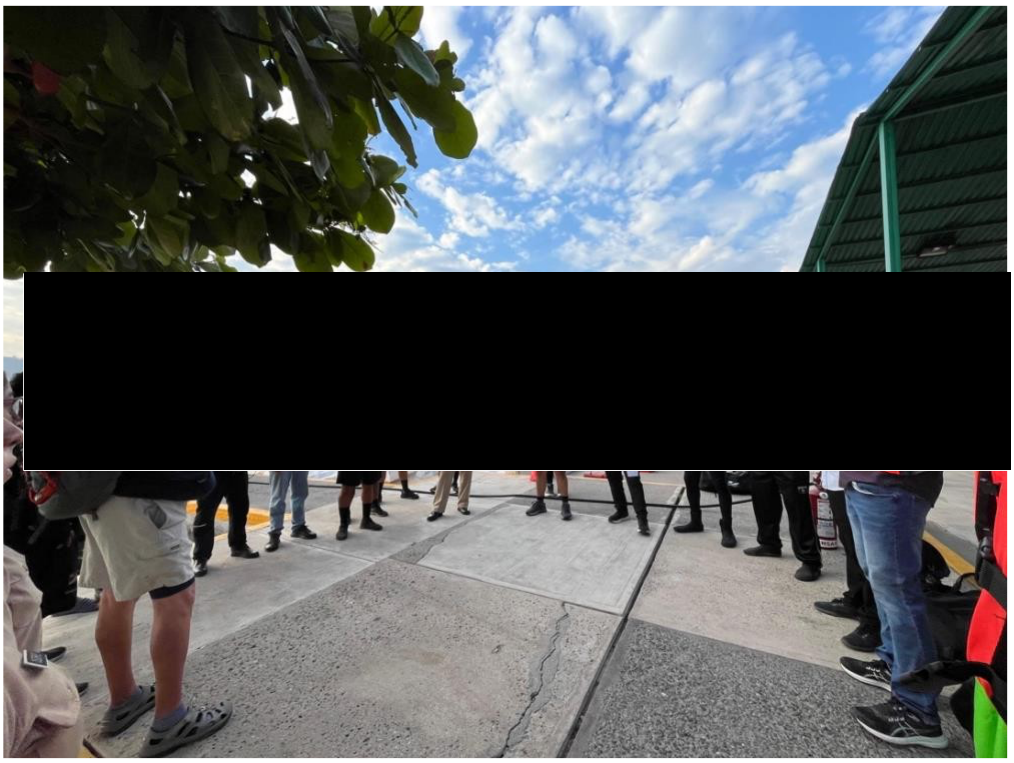


Figura 5. Sesión de planeación previo a visita al sitio de estudio, donde participó personal de la SEMAR, IMADES, SUBSECTUR Colima, H. Ayuntamiento de Manzanillo y escuelas de buceo.

3. TOMA DE MUESTRAS Y DATOS EN SITIO.

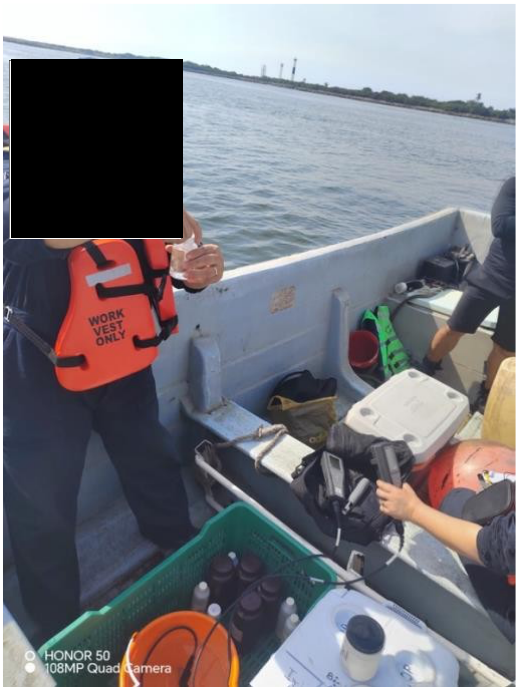


Figura 6. Toma de muestra para análisis bacteriológico.



Figura 7. Toma de muestra para análisis de fitoplancton.



Figura 8. Lectura de oxígeno disuelto.



Figura 9. Lanzamiento y recuperación de la draga para determinar el tipo de sedimento.



Figura 10. Toma de datos in situ para corrientes.

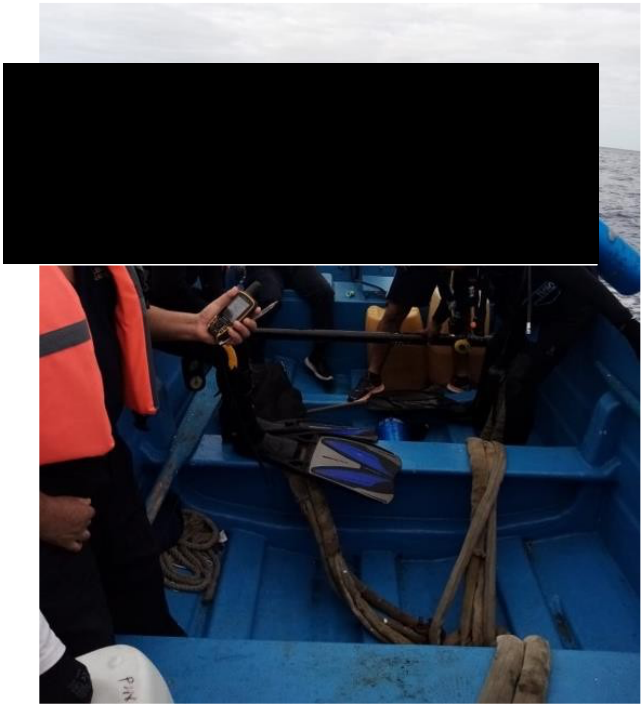


Figura 11. Preparación de los buzos de la Subdirección de Biología del Instituto Oceanográfico del Pacífico.

MEMORIA FOTOGRÁFICA

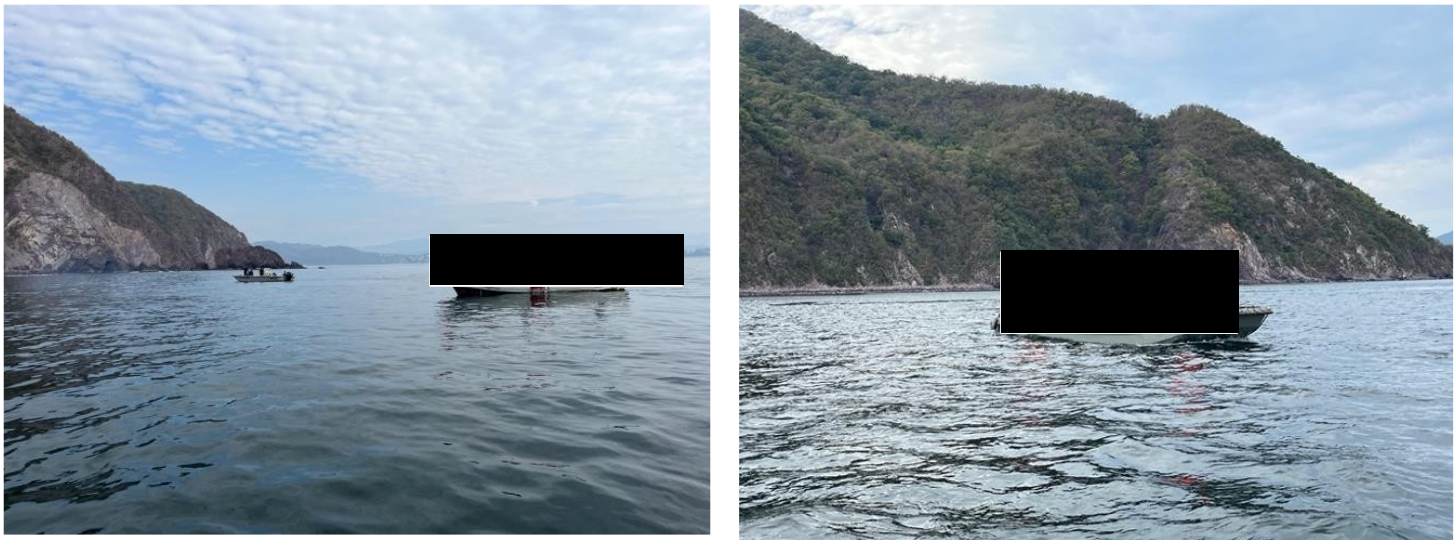


Figura 12. Embarcaciones con buzos para el análisis del sitio propuesto para el SAAC.



Figura 13. Vista superficial de las inmediaciones del polígono del SAAC.