

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

ELABORADO POR:



PARA:



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL,
TERMINAL PORTUARIA GPO, MUNICIPIO DE AHOME, SINALOA.**



MARZO DE 2018

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. Datos generales del Proyecto.....	1
I.1.1. Nombre del proyecto.	1
I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad.....	1
I.1.3. Ubicación del proyecto.	1
I.1.4. Dimensiones del proyecto.	2
I.2. Coordenadas UTM:.....	4
I.2.1. Coordenadas extremas del proyecto.....	4
I.2.2. Cuadro construcción del polígono del proyecto.	5
I.2.3. Coordenadas de las zonas de tiro.....	5
I.3. Datos Generales del Promovente.....	8
I.3.1. Nombre o Razón Social.....	8
I.3.2. Registro Federal de Causantes (RFC).....	8
I.3.3. Nombre del Representante Legal.....	8
I.3.4. Cargo del Representante Legal.....	8
I.3.5. RFC y CURP del Representante Legal.....	8
I.3.6. Dirección del Promovente para Recibir u Oír Notificaciones.	8
I.4. Datos Generales del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental.	9
I.4.1. Nombre o Razón Social.....	9
I.4.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	9
I.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.	9
I.4.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.	9
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.....	10
II.1. Información General del Proyecto.	10
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	10
II.1.2. Justificación y objetivos.	11
II.1.3. Infraestructura a desarrollar.	12
II.1.4. Superficie total requerida.....	14
II.1.5. Descripción General del Proceso.....	15
II.1.6. Inversión requerida.....	16
II.2. Ubicación del sitio del Proyecto.....	17
II.2.1. Localización del sitio.....	17
II.2.2. Vías de Acceso.....	20
II.3. Programa de Obras y Actividades.....	21
II.3.1. Programa general de trabajo.....	21
II.4. Etapa de Selección del sitio.....	22
II.4.1. Estudios de campo.....	22
II.4.2. Urbanización del área.....	22
II.4.3. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias.....	22
II.4.4. Sitios alternativos.....	23
II.4.5. Área natural protegida.....	25
II.5. Etapa de Preparación del Sitio.....	25

II.5.1.	Desmante y Despalme.	25
II.5.2.	Instalación del campamento provisional.....	25
II.5.3.	Patio de colados.	27
II.6.	Construcción.	28
II.6.1.	Descripción general de la pasarela y muelle.....	28
II.6.2.	Delimitación de dársenas y dragados.	30
II.6.3.	Dragado de construcción del canal auxiliar y las dársenas de atraque y de dársena de maniobras.....	33
II.6.4.	Zona de tiro.....	35
II.6.5.	Construcción de la pasarela y muelle.....	36
II.6.6.	Construcción de duques de alba de amarre y de atraque.	44
II.6.7.	Plataforma de carga.	45
II.6.8.	Edificio de control / Refugio de emergencia:.....	48
II.6.9.	Subestación eléctrica.....	49
II.6.10.	Sistema de Ductos.	50
II.6.11.	Banda Transportadora.	55
II.6.12.	Sistema Contra-Incendio.....	56
II.6.13.	Señalización para la navegación:	60
II.6.14.	Control de los sedimentos resuspendidos.	62
II.7.	Etapa de Operación.	63
II.7.1.	Transporte de amoniaco por ducto.....	63
II.7.2.	Carga de amoniaco en barcos.	66
II.7.3.	Carga de urea mediante la banda transportadora.	70
II.7.4.	Servicios de avituallamiento de embarcaciones.	73
II.7.5.	Consideraciones de Seguridad:	73
II.8.	Etapa de Mantenimiento.	76
II.8.1.	Mantenimiento del muelle y pasarela.	76
II.8.2.	Mantenimiento de ductos.	76
II.8.3.	Mantenimiento de las garzas o brazos de carga marinos (MLA).	77
II.8.4.	Dragados de mantenimiento.	77
II.9.	Requerimiento de Personal.	79
II.9.1.	Personal para la construcción.	79
II.9.2.	Personal del muelle.	79
II.9.3.	Políticas de seguridad, higiene y medio ambiente laboral.	80
II.10.	Insumos Requeridos.	82
II.11.	Residuos Generados.	83
II.11.1.	Material producto del dragado.	83
II.11.2.	Residuos sólidos urbanos.	83
II.11.3.	Residuos de construcción de los ductos.	84
II.11.4.	Residuos de construcción del muelle y la pasarela.	85
II.11.5.	Aguas residuales.	86
II.11.6.	Residuos peligrosos.	86
II.11.7.	Material producto de derrames accidentales.	88
II.12.	Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente.	90
II.13.	Abandono del sitio.	91
II.14.	Planes de Desarrollo a Futuro.	91
III.	VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	92
III.1.	Información Sectorial.	92
III.1.1.	Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018.	93
III.1.2.	Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.....	94
III.1.3.	Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018.....	95
III.1.4.	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2013-2018.	96
III.2.	Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.....	97

III.2.1.	Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.	97
III.2.2.	Plan Estatal de Desarrollo 2011- 2016.	99
III.2.3.	Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016.	103
III.3.	Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.	104
III.3.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	104
III.3.2.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.	108
III.3.3.	Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Sinaloa 2007-2020.	113
III.3.4.	Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.	115
III.4.	Análisis de los Instrumentos Normativos (Leyes).	118
III.4.1.	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	118
III.4.2.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	120
III.4.3.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).	122
III.4.4.	Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter).	123
III.4.5.	Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	126
III.4.6.	Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.	129
III.4.7.	Ley de Aguas Nacionales.	130
III.4.8.	Ley de Puertos.	131
III.4.9.	Ley de Navegación y Comercio Marítimos.	133
III.5.	Análisis de los Instrumentos Normativos (Convenios y Tratados).	133
III.5.1.	Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar).	133
III.5.2.	Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (BWM).	148
III.5.3.	MARPOL 73/78.	149
III.5.4.	MARPOL - Anexo I.	149
III.5.5.	MARPOL - Anexo II.	149
III.5.6.	MARPOL - Anexo V.	150
III.5.7.	MARPOL - Anexo VI.	153
III.5.8.	Convenio de Róterdam.	153
III.5.9.	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG).	154
III.5.10.	Convenio de Basilea.	158
III.5.11.	Convenio sobre Diversidad Biológica.	160
III.5.12.	Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).	161
III.6.	Análisis de los Instrumentos Normativos (Reglamentos).	162
III.6.1.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA).	162
III.6.2.	Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	163
III.6.3.	Reglamento de la Ley de Puertos.	164
III.7.	Análisis de los Instrumentos Normativos (Normas y Acuerdos).	165
III.7.1.	NOM-022-SEMARNAT-2003.	165
III.7.2.	NOM-059-SEMARNAT-2010.	171
III.7.3.	Otras Normas Aplicables.	176
III.7.4.	Acuerdo Secretarial número 103 mediante el cual se expiden los formatos que establece la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.	177
III.7.5.	Estándar de la OSHA para el Manejo del Amoniaco.	178
III.8.	Sistema de Áreas Naturales Protegidas.	179
III.8.1.	Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal.	179
III.8.2.	Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal.	183
III.8.3.	Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal.	183
III.8.4.	Regiones Terrestres Prioritarias.	184
III.8.5.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	187
III.8.6.	Programa de Regiones Prioritarias Marinas de México.	188
III.8.7.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998).	189
III.9.	Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.	191
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.	192

IV.1.	Proceso para la Descripción del Entorno Ambiental	192
IV.1.1.	Metodología empleada.....	192
IV.2.	Desarrollo Metodológico.....	194
IV.2.1.	Desarrollo de la Cartografía General.....	194
IV.2.2.	Identificación de la macroregión.....	195
IV.2.3.	Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	200
IV.2.4.	Delimitación del Área de Influencia.....	206
IV.2.5.	Elaboración de la Cartografía Específica.....	210
IV.2.6.	Descripción de las Características del SAR y el Sitio de Estudio.....	211
IV.3.	Clima y Calidad del Aire.....	213
IV.3.1.	Tipo de clima.....	213
IV.3.2.	Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.....	214
IV.3.3.	Precipitación.....	215
IV.3.4.	Diagrama Umbrotérmico.....	216
IV.3.5.	Régimen de Vientos.....	217
IV.3.6.	Calidad del Aire.....	219
IV.4.	Entorno Acústico.....	221
IV.5.	Fisiografía.....	222
IV.5.1.	Provincia y subprovincias fisiográficas.....	222
IV.5.2.	Características del relieve.....	223
IV.5.3.	Sistemas de topoformas.....	223
IV.6.	Geología.....	225
IV.6.1.	Características litológicas del SAR.....	225
IV.6.2.	Caracterización fisicoquímica de los sedimentos marinos.....	233
IV.7.	Edafología.....	244
IV.7.1.	Tipos de suelos en el SAR.....	244
IV.8.	Hidrología Superficial.....	250
IV.8.1.	Hidrografía y Cuencas.....	250
IV.8.2.	Red Hidrológica del SAR.....	251
IV.8.3.	Coeficientes de Escurrimiento.....	253
IV.9.	Hidrología Subterránea.....	255
IV.10.	Características Oceanográficas del SAR.....	258
IV.10.1.	Litoral.....	258
IV.10.2.	Batimetría General del Sistema.....	258
IV.10.3.	Oleaje.....	259
IV.10.4.	Mareas.....	260
IV.10.5.	Surgencias.....	260
IV.10.6.	Corrientes.....	261
IV.10.7.	Islas.....	261
IV.11.	Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.....	262
IV.11.1.	Antecedentes.....	262
IV.11.2.	Muestreo realizado por el CIBNOR.....	264
IV.11.3.	Tamaño de la partícula en la columna de agua.....	275
IV.12.	Biodiversidad (Flora).....	277
IV.12.1.	Características Generales.....	277
IV.12.2.	Tipos de Vegetación del SAR.....	279
IV.12.3.	Vegetación sumergida.....	283
IV.13.	Biodiversidad (Fauna).....	291
IV.13.1.	Aspectos Generales.....	291
IV.13.2.	Mamíferos.....	292
IV.13.3.	Necton.....	295
IV.13.4.	Bentos.....	310
IV.13.5.	Plancton.....	316
IV.13.6.	Aves.....	323
IV.13.7.	Anfibios y Reptiles.....	333
IV.14.	Paisaje.....	336

IV.15.	Medio Socioeconómico.	346
IV.15.1.	Aspectos Demográficos.	346
IV.15.2.	Actividades Económicas.	349
IV.15.3.	Aspectos económicos.	358
IV.15.4.	Tipo de tenencia de los terrenos adyacentes.	360
IV.15.5.	Aspectos culturales.	360
IV.15.6.	Infraestructura y Servicios.	362
IV.15.7.	Servicios Públicos.	366
IV.16.	Diagnóstico Ambiental.	369
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	374
V.1.	Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.	374
V.1.1.	Matriz de Interacciones.	375
V.1.2.	Modelaciones numéricas del sistema.	380
V.1.3.	Diagramas de interacción.	383
V.2.	Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.	385
V.3.	Descripción de los Impactos Identificados.	389
V.3.1.	Calidad del aire.	389
V.3.2.	Entorno acústico.	392
V.3.3.	Geología y Edafología.	398
V.3.4.	Hidrología.	400
V.3.5.	Biodiversidad (Flora).	415
V.3.6.	Biodiversidad (Fauna).	418
V.3.7.	Ecosistemas del SAR.	428
V.3.8.	Paisaje.	431
V.3.9.	Seguridad e Higiene de la comunidad.	435
V.3.10.	Seguridad portuaria.	437
V.3.11.	Entorno Socioeconómico.	440
V.4.	Resumen de los Impactos Ambientales por Etapa.	443
V.4.1.	Selección del sitio.	443
V.4.2.	Preparación del sitio.	444
V.4.3.	Construcción.	444
V.4.4.	Operación y Mantenimiento.	444
VI.	ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	446
VI.1.	Clasificación de las Medidas de Mitigación.	446
VI.2.	Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.	447
VI.2.1.	Selección del Sitio.	448
VI.2.2.	Preparación del Sitio.	449
VI.2.3.	Construcción.	451
VI.2.4.	Operación y Mantenimiento.	462
VI.2.5.	Medidas Aplicables No Relacionadas con Impactos Específicos.	473
VI.3.	Programa de Salud, Higiene y Medioambiente de GPO.	477
VI.3.1.	Etapas de aplicación del Subprograma.	478
VI.3.2.	Programa de Restauración Ambiental.	479
VI.3.3.	Programa de Fortalecimiento de Poblaciones de Camarón.	480
VI.3.4.	Programa de Monitoreo de Calidad del Agua Marina.	481
VI.3.5.	Programa de Monitoreo de Sedimentos.	482
VI.3.6.	Programa de Monitoreo de Emisiones de Ruido a la Atmósfera.	483
VI.3.7.	Programa de Monitoreo de Ruido en el Agua.	484
VI.3.8.	Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.	485
VI.3.9.	Programa de Manejo de Residuos.	485
VI.4.	Acciones con la Comunidad.	486

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	488
VII.1. Construcción de Escenarios.....	488
VII.2. Conclusiones.....	491
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	496
VIII.1. Formatos de Presentación.....	496
VIII.1.1. Fotografías.....	496
VIII.1.2. Videos.....	496
VIII.1.3. Planos del Proyecto.....	497
VIII.2. Otros Anexos.....	498
VIII.3. Glosario.....	499
VIII.4. Bibliografía.....	502

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Detalle de la ubicación del amonioducto en los terrenos de la planta de fertilizantes.	3
Figura I.2. Coordenadas extremas del proyecto de la terminal portuaria.	4
Figura I.3. Ubicación propuesta para las zonas de depósito del material de dragado.	6
Figura II.1. Diagrama de flujo del proceso de carga de los barcos.	16
Figura II.2. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.	17
Figura II.3. Ubicación de Topolobampo y Los Mochis, en el litoral de Ahome.	17
Figura II.4. Ubicación de la terminal con relación a la API-Topolobampo.	18
Figura II.5. Vista del sitio del proyecto, en la Bahía de Ohuira.	19
Figura II.6. Vías de acceso al sitio del proyecto.	20
Figura II.7. Usos de suelo en el sitio del proyecto y sus alrededores.	23
Figura II.8. Opciones consideradas: Opción B (izquierda), proyecto propuesto (centro), Opción D (derecha).	24
Figura II.9. Ubicación y distribución del campamento provisional y patio de colados.	26
Figura II.10. Corte de la pasarela.	28
Figura II.11. Croquis de las dársenas y canales de la terminal portuaria GPO.	31
Figura II.12. Áreas de dragado en las dársenas y canales.	34
Figura II.13. Batimetría general de la bahía con la ubicación de la terminal portuaria.	37
Figura II.14. Distribución de los pilotes para la pasarela y el muelle.	38
Figura II.15. Ubicación de las estructuras de soporte de la terminal portuaria.	40
Figura II.16. Corte transversal de la pasarela y su equipamiento.	44
Figura II.17. Dimensiones de los duques de alba del proyecto.	45
Figura II.18. Dimensiones de los duques de amarre del proyecto.	45
Figura II.19. Elementos de la plataforma de carga de la Terminal Portuaria GPO.	46
Figura II.20. Grúa móvil sobre rieles, en la plataforma de carga.	47
Figura II.21. Banda transportadora y grúa móvil para la carga de graneleros.	47
Figura II.22. Croquis del edificio de control ubicado en la plataforma de carga.	48
Figura II.23. Características generales de la subestación eléctrica.	49
Figura II.24. Corte transversal del soporte de ductos en la pasarela.	50
Figura II.25. Los ductos de agua y nitrógeno iniciarán en el área de servicios de la planta de amoniaco.	50
Figura II.26. Características de los ductos de amoniaco hacia el muelle.	51
Figura II.27. Corte del sistema de ductos en la porción en tierra.	52
Figura II.28. Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF).	57
Figura II.29. Sistema de detección de fuego.	58
Figura II.30. Ubicación de la señalización para la navegación.	61
Figura II.31. Ejemplo de la operación de una barrera antiturbidez.	62
Figura III.1. Política Ambiental en la UAB 32 y ubicación del SAR y el Sitio del Proyecto.	104
Figura III.2. Unidades Biofísicas Ambientales y Sistema Ambiental.	105
Figura III.3. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a corto plazo.	105
Figura III.4. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a mediano plazo.	106
Figura III.5. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a largo plazo.	106
Figura III.6. Ubicación del sitio en el POEM del Golfo de California.	109
Figura III.7. Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.	116
Figura III.8. Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.	117
Figura III.9. Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.	117
Figura III.10. Vegetación de mangle o con mangle cerca de la terminal portuaria.	125
Figura III.11. Ubicación del proyecto en el sitio Ramsar que abarca a la Bahía de Ohuira.	134
Figura III.12. Estero Juan José Ríos, al este de la Bahía de Ohuira.	138
Figura III.13. Infraestructura y actividades cerca del límite del sitio Ramsar.	140
Figura III.14. Vegetación con mangle y elementos del proyecto, con relación a la NOM-022.	165
Figura III.15. Ubicación del sitio en la región Noroeste y Alto Golfo de California de CONANP. ...	179
Figura III.16. ANP Islas del Golfo de California.	180
Figura III.17. Ubicación del sitio respecto al área natural protegida más cercana.	181
Figura III.18. Ubicación de la Isla Las Animas en relación con el sitio de la terminal portuaria.	182

Figura III.19. Ubicación del proyecto respecto a la ZSCE Navachiste.	183
Figura III.20. Ubicación del proyecto respecto a la ANP municipal Cueva de Murciélagos.	184
Figura III.21. Ubicación del sitio en relación con RTPs, definidas por CONABIO.	185
Figura III.22. Ubicación del sitio en relación con AICAs, definidas por CONABIO.	187
Figura III.23. Ubicación del sitio en relación con las RPMs, definidas por CONABIO.	188
Figura III.24. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO.	189
Figura IV.1. Regionalización biogeográfica.	195
Figura IV.2. Provincias florísticas de México.	195
Figura IV.3. Regionalización ecológica.	196
Figura IV.4. Regiones Hidrológicas.	196
Figura IV.5. Macroregión delimitada por criterios ecológicos y biológicos.	198
Figura IV.6. Límites de la macroregión, integrando criterios hidrológicos.	199
Figura IV.7. Límites de la subcuenca y división municipal.	201
Figura IV.8. Microcuencas que influyen en la Bahía de Ohuira.	202
Figura IV.9. Delimitación del SAR a partir de la subcuenca Bahía de Ohuira.	203
Figura IV.10. Límites del Sistema Ambiental Regional (SAR).	204
Figura IV.11. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR).	205
Figura IV.12. Área de influencia directa del proyecto.	207
Figura IV.13. Área de influencia indirecta del proyecto sobre el medio ambiente.	208
Figura IV.14. Área de influencia indirecta del proyecto en elementos ambientales y socioeconómicos.	210
Figura IV.15. Distribución de climas en la región y el SAR.	213
Figura IV.16. Temperatura media anual en Topolobampo, en el periodo 1971 a 2000.	214
Figura IV.17. Precipitación media anual en Topolobampo (periodo de 1971 a 2000).	216
Figura IV.18. Diagrama umbrotérmico (1971-2002) para la zona de estudio.	216
Figura IV.19. Porcentaje de dirección del viento (verano).	217
Figura IV.20. Porcentaje de dirección del viento (invierno).	217
Figura IV.21. Porcentaje de dirección del viento en todas las estaciones.	218
Figura IV.22. Dispersión de contaminantes, junio de 2013.	220
Figura IV.23. Dispersión de contaminantes, noviembre 2011.	220
Figura IV.24. Provincia y subprovincia fisiográfica donde se localiza el SAR.	222
Figura IV.25. Sistema de topoformas existentes en el SAR.	224
Figura IV.26. Geología de la Bahía de Ohuira y sus alrededores.	225
Figura IV.27. Ubicación de las estaciones de muestreo para la toma de sedimentos en Bahía de Ohuira en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	233
Figura IV.28. Concentración de nutrientes (panel izquierdo) y nitrógeno total (panel derecho) en muestras de agua intersticial, en la Bahía de Ohuira (Fuente: CIBNOR, 2016).	238
Figura IV.29. Concentración de arsénico total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	239
Figura IV.30. Concentración de plomo total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	240
Figura IV.31. Concentración de níquel total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	240
Figura IV.32. Concentración de cobre total en muestras de sedimento marino de Bahía Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	240
Figura IV.33. Concentración de cromo total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	241
Figura IV.34. Concentración de zinc total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	241
Figura IV.35. Densidad aparente y densidad real de las muestras de sedimento marino en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	242
Figura IV.36. Porcentaje de humedad en las muestras de sedimento de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	242
Figura IV.37. Porcentaje de materia orgánica base seca (B.S.) en muestras de sedimentos de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	242
Figura IV.38. Textura y granulometría de las muestras de sedimento de Bahía de Ohuira durante	

marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).....	243
Figura IV.39. Guía de interpretación de las claves de suelos.....	244
Figura IV.40. Distribución de los tipos de suelo en el SAR.....	245
Figura IV.41. Ubicación de la cuenca de estudio en la Región Hidrológica 10.	250
Figura IV.42. SAR y red Hidrológica de la Subcuenca B. de Ohuira.	252
Figura IV.43. Corrientes de agua alrededor del predio de GPO y la Bahía de Ohuira.	253
Figura IV.44. Coeficiente de escurrimiento en el SAR.....	254
Figura IV.45. Sistema Ambiental Regional y aguas subterráneas.....	255
Figura IV.46. Obras de dragado realizadas en la laguna en 2005-2006.	259
Figura IV.47. Distribución espacial temperatura (A); Salinidad (B) y Fluorescencia como indicador de Clorofila (C) en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	266
Figura IV.48. Distribución espacial de Oxígeno disuelto (A); pH(B); Densidad (C) y Turbidez (D) en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	268
Figura IV.49. Comportamiento de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales en las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	271
Figura IV.50. Concentración de los nitratos y fosfatos en el muestreo en la Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	272
Figura IV.51. Demanda Química de Oxígeno por estación de muestreo en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	272
Figura IV.52. Coliformes totales y fecales en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	273
Figura IV.53. Comportamiento de la concentración de clorofila a obtenidas en las estaciones de muestreo determinadas para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	274
Figura IV.54. Tamaño de las partículas suspendidas en superficie y media agua en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	276
Figura IV.55. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.	277
Figura IV.56. Estaciones de muestreo de macroalgas de CIDIIR-IPN	284
Figura IV.57. Panorámica de la cobertura vegetal frente al sitio de la terminal, con marea muy baja.	286
Figura IV.58. Masas de macroalgas en la zona somera, con presencia de <i>Ulva lactuca</i> y <i>Gracilaria spp</i>	286
Figura IV.59. Cobertura vegetal frente al sitio de la terminal, con marea baja.	287
Figura IV.60. Macroalgas de la zona del proyecto; <i>Ulva lactuca</i> (izquierda) y masas de algas diversas entremezcladas con <i>Gracilaria spp</i> (derecha).	287
Figura IV.61. Delfines nariz de botella o tonina, <i>Tursiops truncatus</i> , en Topolobampo.	294
Figura IV.62. Área de estudio mostrando los sitios específicos para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	296
Figura IV.63. Maniobra y tendido de chinchorro para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016. Panel A maniobra abordó. Panel B chinchorro tendido (Fuente: CIBNOR, 2016).	297
Figura IV.64. Maniobra con atarraya para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	297
Figura IV.65. Identificación de muestras de necton. Panel A ejemplo de registro fotográfico. Panel B identificación en laboratorio con ayuda de claves especializadas (Fuente: CIBNOR, 2016).	298
Figura IV.66. Transectos submarinos en área del proyecto.	302
Figura IV.67. Lanzamiento de atarraya y colocación de trampas nasas para peces.	302
Figura IV.68. Procesamiento de Peces para su identificación.....	303
Figura IV.69. Gráfico de porcentaje de especies registradas en campo.	306
Figura IV.70. Gráfico donde se muestra el porcentaje de especies registradas en campo.	307
Figura IV.71. Grafica de Número de organismos por especie registrados en campo, 2016.	308
Figura IV.72. Grafica de número de organismos por especie registrados en campo, 2017.....	308
Figura IV.73. Análisis de identificación taxonómica de las muestras de bentos colectadas durante el trabajo de campo para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	311
Figura IV.74. Riqueza específica (número de especies por Phylum) en muestras de bentos de la	

Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	313
Figura IV.75. Abundancia de organismos por Phylum en muestras de bentos obtenidas de la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	313
Figura IV.76. Abundancia relativa por estación de muestreo, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	314
Figura IV.77. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica obtenida para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	318
Figura IV.78. Diversidad de Shannon (H) y Equidad (J) de los grupos zooplanctónicos encontrados en cada estación de muestreo para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	320
Figura IV.79. Abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos obtenidos para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	320
Figura IV.80. Abundancia relativa por estación de los grupos taxonómicos encontrados para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	321
Figura IV.81. Distribución espacial de los grupos zooplanctónicos encontrados para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	322
Figura IV.82. Cormorán (<i>Phalacrocorax auritus</i>).	332
Figura IV.83. Pelicano café (<i>Pelecanus occidentalis</i>) en la bahía.	332
Figura IV.84. Panorámica del sitio y de la Bahía de Ohuira.	336
Figura IV.85. Isla Bledos.	337
Figura IV.86. Isla Bleditos.	337
Figura IV.87. Isla Tunosa.	338
Figura IV.88. Isla Patos.	338
Figura IV.89. Playa El Maviri.	339
Figura IV.90. Playa Rocosa en Lázaro Cárdenas.	339
Figura IV.91. Tanques elevados PEMEX.	340
Figura IV.92. Termoeléctrica Juan de Dios Batiz Paredes.	340
Figura IV.93. Bruma en la carretera Los Mochis – Topolobampo.	341
Figura IV.94. Cueva de los murciélagos.	342
Figura IV.95. Actividades de pesca en la Bahía de Ohuira.	343
Figura IV.96. Campos de cultivo en el SAR.	343
Figura IV.97. Infraestructura en el puerto de Topolobampo.	344
Figura IV.98. Relevancia económica de la agricultura.	355
Figura V.1. Diagrama de interacciones para la terminal portuaria.	384
Figura V.2. Nivel de ruido de diferentes equipos para el hincado de pilotes.	393
Figura V.3. Modelación del ruido del piloteado del muelle.	394
Figura V.4. Modelación del ruido del piloteado al inicio de la pasarela.	395
Figura V.5. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujo), durante el periodo de marea muerta.	404
Figura V.6. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujo), durante el periodo de marea viva.	405
Figura V.7. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujo), durante el periodo de marea muerta.	405
Figura V.8. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujo), durante el periodo de marea viva.	406
Figura V.9. Nivel de exposición sonora (SEL) para el hincado de pilotes del muelle.	423
Figura V.10. Distribución del ruido del hincado de pilotes en la Bahía de Ohuira.	423
Figura V.11. Ejemplo de la zona de exclusión para el hincado de pilotes (zona final del muelle).	424
Figura V.12. Paisaje nocturno con las luces de CFE (al centro) y PEMEX.	433
Figura VI.1. Avisos de seguridad para la zona de almacenamiento de materiales peligrosos.	471
Figura VI.2. Área propuesta para restauración, como medida de compensación.	479

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Dimensiones de los elementos del proyecto.	2
Tabla I.2. Coordenadas extremas del proyecto.	4
Tabla I.3. Cuadro de construcción del polígono del Proyecto.	5
Tabla I.4. Coordenadas preliminares del centro de la zona para el depósito del material de dragado.	6
Tabla II.1. Características de los ductos y líneas de conducción del proyecto.	14
Tabla II.2. Distribución de la superficie ocupada por los elementos del proyecto.	15
Tabla II.3. Vegetación por desmontar por los elementos del proyecto.	15
Tabla II.4. Calendario de actividades generales del proyecto.	21
Tabla II.5. Comparación de las características de las opciones consideradas para el proyecto. ...	24
Tabla II.6. Cuadro de construcción del eje la pasarela y muelle.	29
Tabla II.7. Cuadro de construcción de la superficie del polígono de dragado auxiliar.	30
Tabla II.8. Cuadro de construcción dársena de maniobras	30
Tabla II.9. Cuadro de construcción de la dársena de atraque	32
Tabla II.10. Cuadro de construcción del canal de acceso.	32
Tabla II.11. Cuadro de construcción de la franja de resguardo de talud.	32
Tabla II.12. Cuadro de construcción de la zona de transición.	32
Tabla II.13. Maquinaria requerida para la realización del dragado de proyecto e hincado de pilotes para el muelle y la pasarela.	33
Tabla II.14. Coordenadas del sitio para la plataforma de carga.	46
Tabla II.15. Elementos que integran el edificio de control de la plataforma de carga.	48
Tabla II.16. Coordenadas de los vértices del trazo del amonioducto.	51
Tabla II.17. Coordenadas del eje de la banda transportadora hasta la plataforma de carga.	55
Tabla II.18. Señalamiento marítimo.	60
Tabla II.19. Coordenadas para la colocación de las válvulas de seguridad del amonioducto.	64
Tabla II.20. Volumen de amoniaco liquido en secciones del amonioducto.	65
Tabla II.21. Mantenimiento preventivo / mayor de las garzas.	77
Tabla II.22. Personal requerido para la pasarela y muelle de carga.	79
Tabla II.23. Residuos de construcción del muelle y la pasarela.	85
Tabla II.24. Impactos ambientales de un proyecto tipo y medidas de mitigación generales.	90
Tabla III.1. Relación del proyecto con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo de Sinaloa. ..	102
Tabla III.2. Políticas y Estrategias de la Región Ecológica REG 18.6.	106
Tabla III.3. Estrategias aplicables para la UAB 32 de acuerdo al POEGT.	106
Tabla III.4. Principales atributos ambientales que determinan la aptitud de la UGC 11.	110
Tabla III.5. Interacciones predominantes en la UGC 11.	111
Tabla III.6. Contexto regional de la UGC 11 del POEM del Golfo de California.	111
Tabla III.7. Aptitud sectorial en UA 2.2.4.21.1.7b de la UGC11.	112
Tabla III.8. Niveles de interacción sectorial en la UGC11.	112
Tabla III.9. Niveles de interacción total en la UGC11.	112
Tabla III.10. Niveles de presión, fragilidad y vulnerabilidad en la UGC11.	112
Tabla III.11. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad general en el POEM-GC.	112
Tabla III.12. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad a nivel estatal.	112
Tabla III.13. Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto. ..	124
Tabla III.14. Criterios Ramsar del sitio 2025.	135
Tabla III.15. Características de empaque del Código IMDG para el amoniaco.	156
Tabla III.16. Disposiciones del REIA aplicables por el tipo de proyecto.	162
Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	166
Tabla III.18. Aves del sitio del proyecto incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	173
Tabla III.19. Normas de posible aplicación a actividades del proyecto.	176
Tabla III.20. Áreas Protegidas, por categoría, en el Noroeste y Alto Golfo de California.	180
Tabla III.21. Principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en la RTP 22.	186
Tabla III.22. Problemática de la RHP 19 e interacciones con el proyecto.	190
Tabla III.23. Programas y ordenamientos aplicables al área de estudio en evaluación.	191
Tabla IV.1. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.	205

Tabla IV.2. Temperatura media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).	214
Tabla IV.3. Temperatura media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).	215
Tabla IV.4. Precipitación media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).	215
Tabla IV.5. Precipitación media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).	215
Tabla IV.6. Resultados de la medición de ruido en zonas circundantes.	221
Tabla IV.7. Cobertura de las topoformas existentes en el SAR	224
Tabla IV.8. Superficie y porcentaje ocupado por las entidades geológicas del SAR.	226
Tabla IV.9. Características generales de los distintos tipos de roca del SAR.	232
Tabla IV.10. Coordenadas de las estaciones de muestreo de sedimento en marzo de 2016 en Bahía de Ohuira (Fuente: CIBNOR, 2016).	234
Tabla IV.11. Métodos de conservación y almacenamiento de muestras de agua intersticial, sedimentos y tamaño de partículas en columna de agua (Fuente: CIBNOR, 2016).	234
Tabla IV.12. Métodos empleados para los análisis en agua intersticial, sedimento y tamaño de partícula en columna de agua (Fuente: CIBNOR, 2016).	235
Tabla IV.13. Resultados obtenidos en muestras de agua intersticial en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	237
Tabla IV.14. Parámetros analizados que no fueron detectados en ninguna de las estaciones en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	238
Tabla IV.15. Superficie de los grupos de suelo dominantes en el SAR.	246
Tabla IV.16. Superficie estatal de Sinaloa en la RH10 y cuenca hidrológica.	251
Tabla IV.17. Superficie municipal en la cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira Navachiste.	251
Tabla IV.18. Características de la marea en la Bahía de Topolobampo.	261
Tabla IV.19. Valores de calidad del agua registrados para la Bahía de Ohuira, 2008.	263
Tabla IV.20. Métodos de conservación y almacenamiento para las muestras de agua marina (Fuente: CIBNOR, 2016).	265
Tabla IV.21. Métodos acreditados (EMA) y aprobados (CONAGUA) empleados en los análisis de muestras de agua. Se muestra también el Laboratorios que realizó el análisis (Fuente: CIBNOR, 2016).	265
Tabla IV.22. Resultados de los análisis realizados en las muestras de agua tomadas en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016, para determinar su calidad (Fuente: CIBNOR, 2016).	269
Tabla IV.23. Tabla comparativa de los valores observados vs valores reportados en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes (Fuente: CIBNOR, 2016).	269
Tabla IV.24. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.	278
Tabla IV.28. Número de especies y número de individuos registrados en los distintos artes de pesca empleados en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	296
Tabla IV.29. Listado filogenético de las especies registradas en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	299
Tabla IV.30. Longitudes totales (LT) medidas en campo para los organismos colectados comparadas con su respectiva LT promedio reportada (Fuente: CIBNOR, 2016).	299
Tabla IV.38. Grupos zooplanctónicos identificados por estación de muestreo en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	319
Tabla IV.39. Abundancia relativa por estación de los grupos zooplanctónicos en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).	321
Tabla IV.40. Especies de aves en el sitio según su Orden.	324
Tabla IV.47. Población y densidad poblacional de la zona de influencia del proyecto.	346
Tabla IV.48. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.	346
Tabla IV.49. Clasificación de las localidades de acuerdo al tipo de asentamiento.	347
Tabla IV.50. Distribución de la población de acuerdo al tipo de localidad.	347
Tabla IV.51. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.	347
Tabla IV.52. Tasa de crecimiento de población en el municipio Ahome, Sinaloa.	349
Tabla IV.62. Población económicamente activa de las entidades consideradas.	359
Tabla IV.63. Grado de marginación, 1980 al 2010, en el municipio de Ahome, Sin.	359
Tabla IV.66. Distribución de la población de acuerdo a la religión que profesa.	361
Tabla IV.67. Población de la zona de estudio de acuerdo a la lengua que habla.	362
Tabla IV.68. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010.	362
Tabla IV.69. Viviendas habitadas y sus ocupantes según tipo de vivienda, 2010.	363

Tabla IV.70. Viviendas habitadas en el municipio, por tipo de vivienda.....	363
Tabla IV.71. Ocupantes en viviendas particulares en Ahome, 2010.	363
Tabla IV.72. Longitud de la red carretera según tipo de camino (Kilómetros).....	364
Tabla IV.73. Volumen de la carga marítima movida en Topolobampo (Miles de toneladas).	364
Tabla IV.74. Características del Aeropuerto Internacional de Los Mochis.	365
Tabla IV.75. Condición de derechohabiencia en el municipio de Ahome.....	367
Tabla V.1. Acciones impactantes y factores impactados en el proyecto.....	376
Tabla V.2. Simbología de la matriz de interacciones Proyecto-Componentes Ambientales.	378
Tabla V.3. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la Terminal Portuaria GPO.	378
Tabla V.4. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.	386
Tabla V.5. Nivel de intensidad del sonido.	393
Tabla VI.1. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán en la etapa de preparación del sitio.	449
Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.	451
Tabla VI.3. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de operación y mantenimiento.	462
Tabla VI.4. Medidas de Gestión Ambiental no relacionadas con impactos específicos.....	473
Tabla VI.5. Programas ambientales para aplicar en las distintas etapas del proyecto.	478
Tabla VI.6. Componentes y factores sociales sujetos de cambio por la construcción de la terminal portuaria.	486
Tabla VII.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la terminal portuaria.	489

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.

Terminal Portuaria GPO.

I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad.

De acuerdo con el Primer Listado y el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1990 y del 4 de mayo de 1992 respectivamente, el proyecto a desarrollar se considera una actividad altamente riesgosa debido a que en él se manejará un volumen superior a 10 kg de amoniaco anhidro. En el proyecto también se contempla en el futuro el manejo de urea, la cual es una sustancia que no se encuentra en ninguno de estos listados. En consecuencia, junto con esta MIA-R se presenta un estudio de riesgo para el ducto que va de los tanques de almacenamiento en la planta de amoniaco de GPO hasta el muelle donde esta sustancia se embarcará en buquetanques para ser exportada:

➤ *Estudio de riesgo Nivel 0; Amonioductco.*

I.1.3. Ubicación del proyecto.

Calle y número:	GPO Carretera Mochis-Topolobampo Km 19.5 (Atrás de Pemex)
Municipio:	Ahome
Entidad federativa:	Sinaloa
Código postal:	81370

I.1.4. Dimensiones del proyecto.

La Tabla I.1 presenta las superficies o longitud, según el caso, de los distintos elementos del proyecto. La poligonal en agua que abarca los elementos de la terminal es de alrededor de 429,518 m². Además, 9.566 ha se ocuparán temporalmente en tierra y 0.110 ha más serán ocupadas de forma permanente por un corredor para el amonioducto. La pasarela estará aproximadamente a 3 m de altura sobre el espejo del agua y sostenida sobre 606 pilotes ordenados en filas de con 12 m de separación, de manera que no se obstruya la navegación de embarcaciones menores ni se seccione el cuerpo de agua.

Tabla I.1. Dimensiones de los elementos del proyecto.

Concepto		Área (m ²)	Longitud (m)	Características
ÁREAS QUE DEFINEN EL POLÍGONO DEL PROYECTO EN AGUA (ÁREA TOTAL = 429,518 m ²)	Canal de acceso	77,962.115	–	Dado que la profundidad natural es mayor que la profundidad requerida, no se requiere dragar.
	Dársena de maniobras	175,649.610	–	El volumen a dragar es de 314,052.020 m ³ , en un área de 10.04 ha.
	Dársena de atraque	89,155.757	–	El volumen a dragar es de 869,575.428 m ³ , en un área de 8.915 ha.
	Canal auxiliar para la construcción	77,582.446	1,349.08	El canal tendrá 3 m de profundidad. El volumen de dragado en dicha zona es de 157,351.013 m ³ .
	Franja de resguardo del talud	6,934.059	–	El volumen a dragar en estas áreas es de 98,254.096 m ³ , en un área de 0.916 ha
	Zona de transición	2,234.610	–	
DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DENTRO DEL POLÍGONO DEL PROYECTO	Plataforma de carga	5,444.41	–	Incluye dos posiciones atraque, con cornamusas, duques de alba, duques de atraque y el equipamiento necesario para las operaciones de carga de amoniaco y urea.
	Plataforma auxiliar (2)	468.00	–	Cada plataforma es de 234 m ² .
	Pasarela	6,514.59	1,515.02	Incluye 1,515.0 m desde la orilla de la laguna hasta el inicio de la plataforma de carga.
	Acceso a remolcadores	–	133.0	Pasarela adicional de 1.8 m de ancho para acceder a la posición para el atraque de dos remolcadores.
	Banda transportadora	–	1,651.00	Desde la orilla de la laguna hasta el final del muelle, paralela a la pasarela vehicular.
	Edificio de control	91.20	–	Sobre la plataforma de carga
	Subestación eléctrica y centro de control de motores	127.00	–	Ubicada en la plataforma de carga, abajo de la banda transportadora.
	Amonioducto	–	2,165.00	Desde los tanques de almacenamiento hasta la plataforma de carga paralelo a la pasarela vehicular.
ÁREAS EN TIERRA (TOTAL = 96,763 m ²)	Campamento provisional y patio de colados	95,663.34	–	Estarán ubicados en los terrenos de la planta de amoniaco y serán retirados al concluir la etapa de construcción.
	Corredor para el amonioducto	1,100	550	Incluye un tramo en tierra de 550 m desde los tanques de almacenamiento a la orilla de la laguna (con 1,614 m más sobre la pasarela). El corredor tiene 2 m de ancho.

En el plano APTB-P-CONJUNTO del Anexo J se muestra la planta del proyecto. En la Figura I.1 se presenta la ubicación de la porción del amonióducto en el terreno de la planta de fertilizantes.

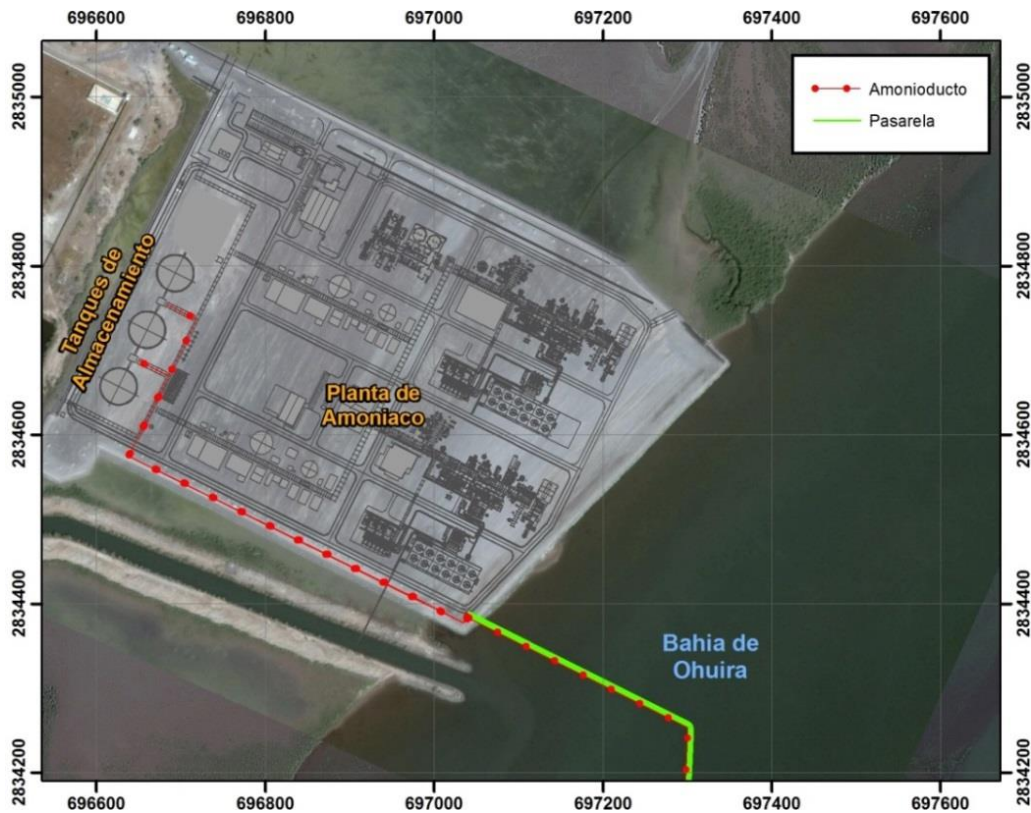


Figura I.1. Detalle de la ubicación del amonióducto en los terrenos de la planta de fertilizantes.

Es importante señalar que por condicionantes del diseño y del cálculo de cargas para las estructuras del muelle se ha incluido en el proyecto la etapa de construcción de la banda transportadora y las grúas para urea. Sin embargo, en este momento no se contempla en la etapa de operación la recepción y carga de buques para el transporte de dicha sustancia, que está sujeta a la disponibilidad futura de urea.

Antes de iniciar el proyecto se obtendrá la autorización para realizar la disposición de 1'439,232.557 m³ de material de dragado en mar abierto, en un área de aproximadamente 4'908,750.00 m². Esta zona de tiro aún está en estudio.

I.2. Coordenadas UTM:

I.2.1. Coordenadas extremas del proyecto.

Las coordenadas extremas de los elementos que integran la Terminal Portuaria GPO (incluyendo la pasarela, la plataforma de carga, las dársenas de atraque y maniobras, el canal de acceso, el sistema de ductos y la banda transportadora), se presentan en la Tabla I.2 y la Figura I.2.

Tabla I.2. Coordenadas extremas del proyecto.

Punto	Coordenadas UTM (zona 12)	
	X	Y
1	696,428	2,834,759
2	697,485	2,834,759
3	696,428	2,832,210
4	697,485	2,832,210

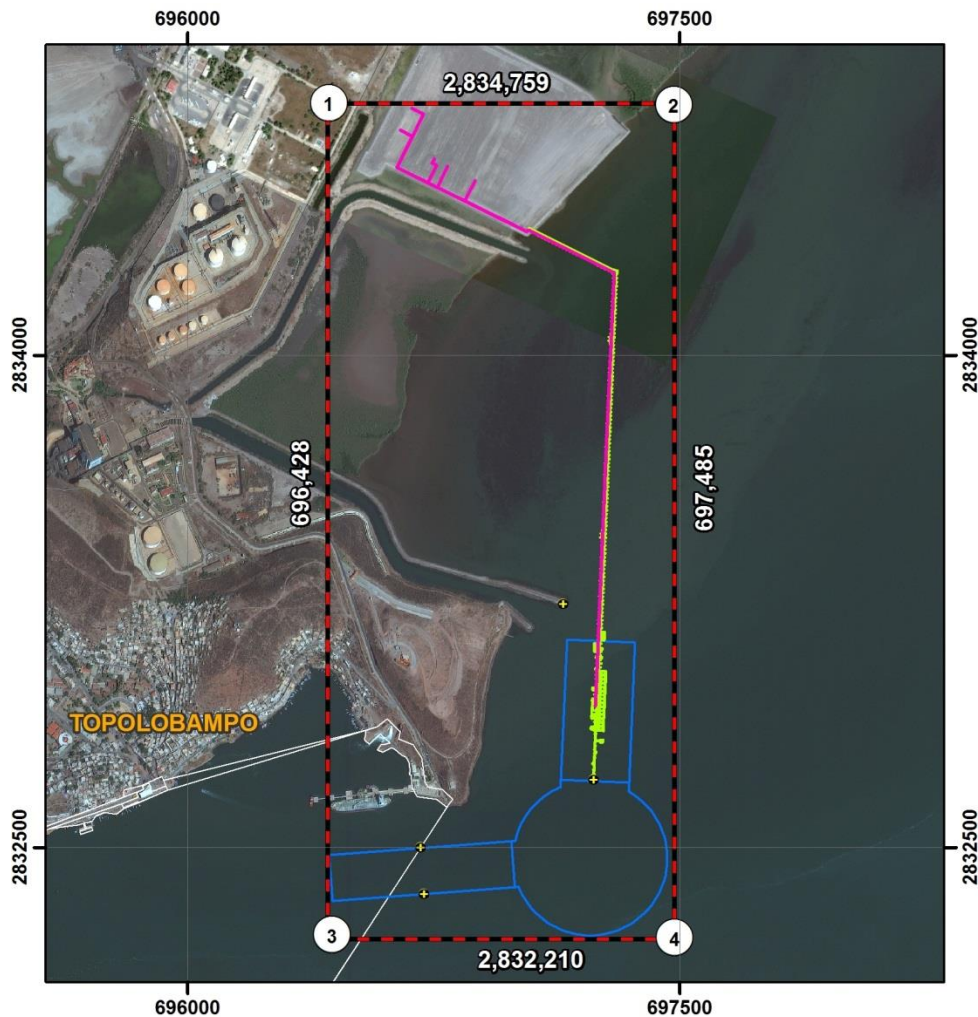


Figura I.2. Coordenadas extremas del proyecto de la terminal portuaria.

I.2.2. Cuadro construcción del polígono del proyecto.

El cuadro de construcción del polígono que ocupará el proyecto en la Bahía de Ohuira abarca una superficie de 429,518.554 m² (sin incluir, el trazo del amonioducto, que ocupará 0.110 ha en tierra, ni el campamento provisional), se presenta en la Tabla I.3.

Tabla I.3. Cuadro de construcción del polígono del Proyecto.

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				1	697,040.1508	2,834,387.7255
1	2	S 63°26'56.76" E	295.614	2	697,304.5885	2,834,255.5883
2	3	S 02°27'52.88" W	1093.388	3	697,257.5689	2,833,163.2123
3	4	N 87°32'07.12" W	99.551	4	697,158.1103	2,833,167.4933
4	5	S 02°27'52.88" W	33.300	5	697,156.6782	2,833,134.2241
5	6	S 02°27'52.88" W	428.160	6	697,138.2658	2,832,706.4602
6	7	S 02°27'52.88" W	22.127	7	697,137.3142	2,832,684.3534
7	9	S 40°11'24.32" W CENTRO DE CURVA DELTA = 54°25'22.58" RADIO = 235.000	214.920 LONG. CURVA = 223.217 SUB.TAN.= 120.833	9 15	696,998.6211 697,227.6177	2,832,520.1746 2,832,467.3966
9	10	S 85°38'55.55" W	10.668	10	696,987.9842	2,832,519.3653
10	11	S 85°38'55.55" W	556.872	11	696,432.7170	2,832,477.1151
11	12	S 04°21'04.45" E	140.000	12	696,443.3389	2,832,337.5187
12	13	N 85°38'55.55" E	556.872	13	696,998.6060	2,832,379.7688
13	14	N 85°38'55.55" E	10.668	14	697,009.2429	2,832,380.5782
14	16	N 49°09'54.19" E CENTRO DE CURVA DELTA = 218°18'27.75" RADIO = 235.000	443.981 LONG. CURVA = 895.394 SUB.TAN.= 676.582	16 15	697,345.1575 697,227.6177	2,832,670.8896 2,832,467.3966
16	17	N 02°27'52.88" E	26.641	17	697,346.3032	2,832,697.5055
17	18	N 02°27'52.88" E	461.460	18	697,366.1476	2,833,158.5387
18	19	N 87°32'07.12" W	52.680	19	697,313.5166	2,833,160.8041
19	20	N 02°27'52.97" E	1,129.69	20	697,362.0981	2,834,289.4534
20	21	N 63°26'56.76" W	331.921	21	697,065.1824	2,834,437.8196
21	1	S 26°33'03.24" W	56.000	1	697,040.1508	2,834,387.7255
SUPERFÍCIE = 429,518.554 m ²						

I.2.3. Coordenadas de las zonas de tiro.

La Tabla I.4 y la Figura I.3 presentan las coordenadas preliminares del centro de la zona propuesta para el vertimiento del material de dragado. La zona de tiro estará sobre la zona abisal y fuera de la plataforma continental, donde las profundidades marinas son considerables, a 39 km de la costa. Tiene un radio de 1.25 km y una superficie de 4.9087 km².

Esta zona se encuentra actualmente en evaluación, pero antes de iniciar la construcción de la terminal portuaria se obtendrán las autorizaciones necesarias, incluyendo aquellas en materia de impacto ambiental y de la Secretaría de Marina, como lo establece la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Tabla I.4. Coordenadas preliminares del centro de la zona para el depósito del material de dragado.

Centro	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
Mar abierto	663,635.50	2,818,522.00

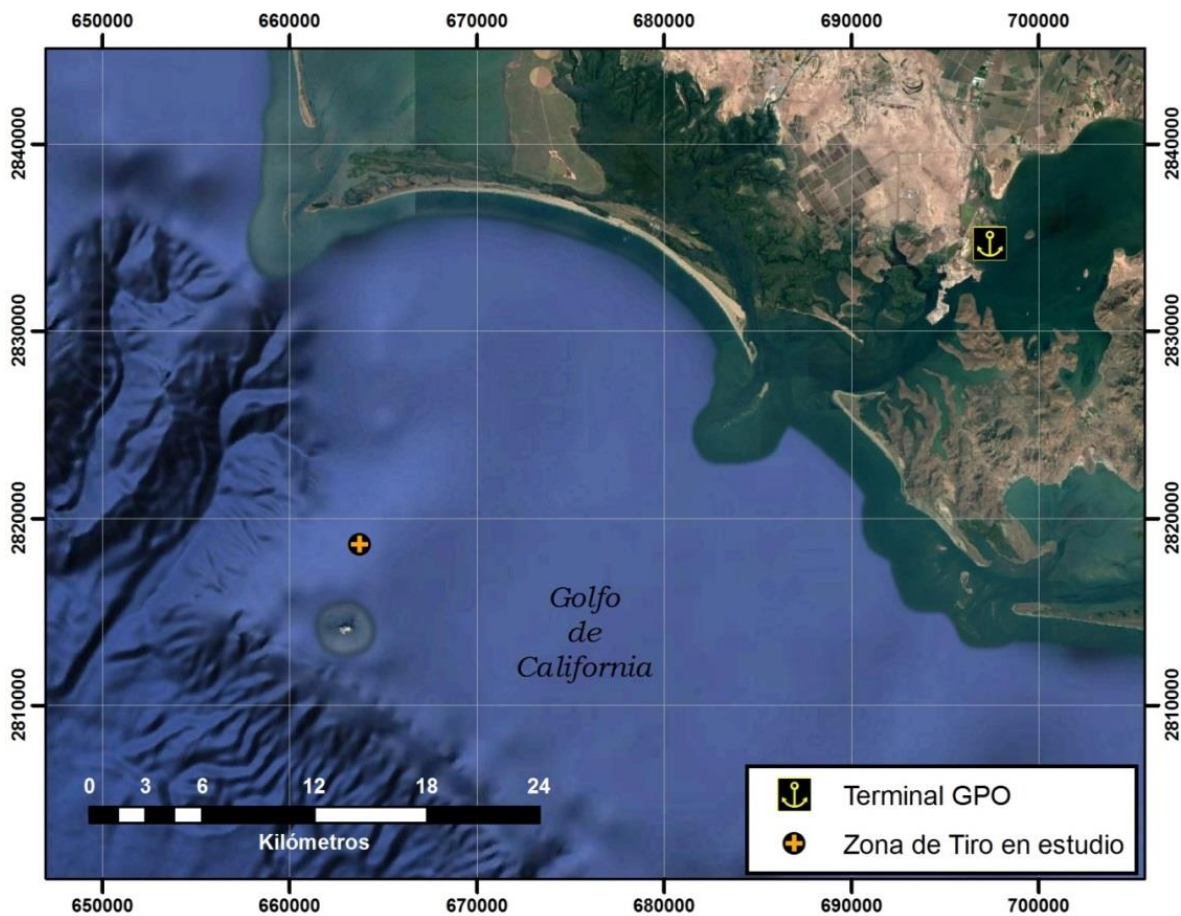


Figura I.3. Ubicación propuesta para las zonas de depósito del material de dragado.

A partir de los estudios que se realicen se buscará identificar y prevenir cualquier afectación a áreas de importancia ecológica como la Isla Farallón de San Ignacio, perteneciente a la ANP Islas del Golfo de California y en la cual existen colonias de aves marinas y de pinnípedos como el lobo marino de California. En su momento se podrán

considerar sitios alternativos como la Cuenca Farallón o el Cañón San Ignacio. Como ya se mencionó esto se hará antes de iniciar cualquier actividad de la terminal portuaria.

En general, hay cuatro posibles impactos de la eliminación del material de dragado que afectan a los organismos acuáticos y serán analizados detalladamente: aumentos temporales en la turbidez, asfixia por entierro, cambios en las características físicas y químicas del hábitat, y posible introducción de contaminantes (Hirsch *et al.*, 1978). El transporte de material dragado al sitio de eliminación también podría afectar negativamente a algunos organismos. La magnitud de los impactos adversos sobre la fauna existente depende de la similitud de los materiales de dragado con los sedimentos existentes, la frecuencia de los vertidos, el espesor de la capa superficial y los tipos de organismos presentes (Pequegnat *et al.*, 1978).

I.3. Datos Generales del Promovente.

I.3.1. Nombre o Razón Social.

Gas y Petroquímica de Occidente, S.A. de C.V.

- En el Anexo A se presenta una copia simple del Acta Constitutiva.

I.3.2. Registro Federal de Causantes (RFC).

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3.3. Nombre del Representante Legal.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

- En el Anexo B, se presenta una copia simple del Poder General respectivo.

I.3.4. Cargo del Representante Legal.

Representante Legal

I.3.5. RFC y CURP del Representante Legal.

RFC: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

CURP: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3.6. Dirección del Promovente para Recibir u Oír Notificaciones.

Calle y número: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Colonia, barrio: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Código postal: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Entidad federativa: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Municipio o delegación: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Teléfono(s): DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

Correo electrónico: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.4. Datos Generales del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

I.4.1. Nombre o Razón Social.

Corporativo Asociado de Profesionales S.A. de C.V.

I.4.2. Registro Federal de Contribuyentes.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
RFC: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Cédula Profesional: DATOS PROTEGIDOS

I.4.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

Calle y número: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Colonia, barrio: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Código postal: DATOS PROTEGIDOS
Entidad federativa: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Municipio o delegación: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Teléfono(s): DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG
Correo electrónico: DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1. Información General del Proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

La presente Manifestación de Impacto ambiental se refiere al proyecto para la construcción y operación de una terminal portuaria de la empresa *Gas y Petroquímica de Occidente S.A. de C.V.* (GPO). De acuerdo a la terminología oficial¹, se denomina como terminal a la unidad establecida en un puerto o fuera de él, formada por obras, instalaciones y superficies, incluida su zona de agua, que permite la realización íntegra de la operación portuaria a la que se destina, que en este caso es la carga de amoniaco en buquetanques y, en el futuro, la carga de urea en barcos graneleros.

GPO ha realizado una importante inversión en el Estado de Sinaloa dirigida a la construcción y operación de instalaciones de clase mundial para la producción de amoniaco anhidro. Entre los objetivos de la empresa está el exportar una parte de su producción para abastecer no sólo los mercados nacionales, sino incluso los internacionales. Además, en el futuro se espera poder producir urea y otros productos derivados del amoniaco.

El proyecto de la planta de amoniaco abarcó todos los elementos necesarios para su operación, incluyendo las instalaciones portuarias para la exportación de una parte de su producción. Para dicha actividad se contempló el uso de la terminal que actualmente tiene PEMEX en la Bahía de Topolobampo. El uso de dicha terminal fue autorizado a GPO en el oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03576 de fecha 21 de abril de 2014, como parte del proyecto "Planta de Amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, Sinaloa". La terminal portuaria aquí propuesta es una alternativa a las instalaciones mencionadas debido a que a la fecha no ha sido posible lograr un acuerdo con PEMEX. Las ventajas de la nueva terminal incluyen su ubicación a mayor distancia a la zona urbana de Topolobampo, un amonioducto de menor longitud, con mayor seguridad y control en las operaciones por tratarse de una instalación particular con acceso restringido y la posibilidad de incluir una

¹ Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT4-2013

banda transportadora para uso futuro, aunque en este momento no se sabe si dicha banda transportadora entrará en operación o cuándo.

La terminal portuaria GPO únicamente servirá para la carga de productos desde las instalaciones de la empresa a buques tanque y buques graneleros, sin que existan actividades de descarga de ningún tipo. Los servicios de recepción de residuos y avituallamiento serán proporcionados por el puerto de Topolobampo.

Como ya se mencionó, la terminal operará para cargar barcos con amoníaco y, en una segunda fase, también urea. El Anexo C y el Anexo D presentan las Hojas de Información de Seguridad de cada una de estas sustancias. El amoníaco es un gas incoloro de olor característico, formado por hidrógeno y nitrógeno. Cuando se somete a temperaturas bajas el gas se licua y cuando se expone al aire, el amoníaco líquido se transforma rápidamente a gas. El amoníaco gaseoso es altamente soluble en agua. Esta sustancia se utiliza como fertilizante, aplicándolo directamente al suelo en terrenos agrícolas y también para fabricar otros fertilizantes. Muchos productos de limpieza domésticos e industriales contienen amoníaco. Por su toxicidad el amoníaco es una sustancia peligrosa que debe manejarse con precaución.

En cuanto a la urea, esta es un sólido cristalino, incoloro y generalmente inodoro, aunque en la presencia de humedad puede liberar un olor amoniacal. La urea es altamente soluble en agua, pero no es tóxica. Los organismos la usan en muchos procesos metabólicos, incluyendo la excreción de nitrógeno. Tiene un uso importante como fertilizante y es una materia prima importante en la industria química.

Es importante señalar que por condicionantes del diseño y del cálculo de cargas para las estructuras del muelle se ha incluido en el proyecto la etapa de construcción de la banda transportadora y las grúas para urea. Sin embargo, en este momento no se contempla en la etapa de operación la recepción y carga de buques para el transporte de dicha sustancia, que está sujeta a la disponibilidad futura de urea.

II.1.2. Justificación y objetivos.

En la actualidad México depende en gran medida de la importación de amoníaco, urea y otros fertilizantes, con importaciones anuales de alrededor de 200 mil toneladas. La planta de GPO permitirá ampliar la capacidad de producción nacional y con la construcción y

operación de la terminal portuaria propuesta, Sinaloa no sólo dejará de importar fertilizantes, sino que además se convertirá en exportador. Los objetivos del proyecto son:

- Disponer de una instalación nueva, moderna y con todo lo necesario para realizar de forma segura las actividades de carga de amoníaco y, en el futuro, de urea.
- Operar una terminal limpia y segura, que no genere contaminación ni daños al medio ambiente.
- Desarrollar un proyecto que no sólo contribuya al desarrollo, sino que también contribuya a mejorar el entorno mediante su programa de calidad ambiental.
- Establecer las bases para el desarrollo futuro de industrias del sector que complementen y magnifiquen los beneficios esperados.

II.1.3. Infraestructura a desarrollar.

El proyecto incluye una plataforma de carga con dos posiciones de atraque, un sistema de ductos para la carga de amoníaco y una banda transportadora para urea (para uso futuro), que se utilizarán para cargar barcos. Los principales elementos del proyecto de la terminal portuaria y sus características relevantes para la navegación son las siguientes:

- Un canal de acceso de 140.00 m de ancho en un tramo recto, que une la dársena de PEMEX, en el recinto portuario de Topolobampo, con la dársena de maniobras de la terminal.
- Una dársena de atraque (8.91 ha) para la terminal y una dársena de maniobras de 470.00 m de diámetro (17.56 ha).
- Una plataforma de carga con dos posiciones de atraque, un edificio de control, 3 duques de alba de atraque, 5 de amarre y 4 duques de apoyo, así como equipos de seguridad y contra incendios.
- Una pasarela para llegar al muelle, construida en un primer tramo de 295.24 m y un segundo tramo de 1219.65 m, ambos tramos sobre caballetes 12.3 m de ancho. La pasarela cuenta con 1,514.89 m de acceso vehicular de 4.3 m de ancho para llegar al muelle. Al final de la plataforma de operaciones continúa

un tramo de más de 133.82 m para acceder a dos posiciones de atraque para remolcadores (plano APTB-P-CONJUNTO del Anexo J).

- No será necesario dragar el canal de acceso debido a que las profundidades del canal natural son mayores a la mínima requerida en el proyecto, de 14.55 m; El dragado para la dársena de maniobras será hasta una profundidad mínima de 14.55 m; por último, en las dársenas de atraque, el dragado deberá tener como mínimo 13.30 m (referidas al NBMI).
- En lo que respecta a la señalización para navegación, las señales laterales a babor consisten en: una boya cilíndrica de polietileno con 2.90 m de altura color verde y marca de tope con forma de cilindro verde y a estribor una boya cilíndrica de polietileno con 2.90 m de altura color rojo y marca de tope con forma de cono rojo, para indicar la existencia del muelle, se contempló una baliza metálica de enfilación en la cabecera sur del mismo con linterna color blanco. Además, se colocará un faro al final del espigón del canal de toma de agua de la CFE.
- Para el volumen de material que se pretende dragar (1'439,232.557 m³) se solicitará autorización de una zona de vertimiento con un diámetro de 2,500.00 m (2.5 km), la cual estará localizada en la zona abisal, fuera de la plataforma continental y en donde las profundidades marinas son considerables. Para esta propuesta se ha considerado un espesor de 0.30 m espaciados en el tiempo para evitar acumulaciones en un solo punto. Las coordenadas UTM son: X=663,635.50, Y=2'818,522.00. Se localiza a una distancia promedio (desde la zona de proyecto hasta la zona de tiro propuesta a mar abierto) de 39 km y cuenta con la capacidad suficiente para recibir el volumen requerido.

Las principales características de la infraestructura para la carga de materiales son las siguientes:

- Dos ductos para amoniaco de 14" cada uno con aproximadamente 2,165 metros de longitud cada uno, desde los tanques de almacenamiento de amoniaco ubicados en la planta de GPO hasta la plataforma de carga del muelle. Además, un ducto de 10" para el retorno de amoniaco.

- Un sistema de ductos y líneas de conexión complementarios y de servicios, paralelos a los ductos de amoniaco. Estos ductos incluyen un ducto de agua potable, un ducto de agua contra incendios, un ducto para nitrógeno y canaletas para el cableado de la terminal.
- Una banda transportadora de urea de aproximadamente 1,651 metros de largo y 3 metros de ancho, sobre la pasarela.
- Ocho posiciones para garzas, para realizar las operaciones de carga en el muelle, así como una grúa de carga móvil sobre rieles para la carga de urea.

La Tabla II.1 resume las características de los ductos y líneas de conducción que forman parte del proyecto:

Tabla II.1. Características de los ductos y líneas de conducción del proyecto.

Concepto	Longitud Aproximada (m) *	Diámetro (pulgada)	Presión de operación (barg)	Temperatura de operación (°C)	Material
Carga de Amoniaco (2 ductos)	2,165	14	10.8	-33	Acero al carbón
Retorno de amoniaco	2,165	10	0.03 (succión)	-27.8	Acero al carbón
			1.35 (descarga)	74.4	
Nitrógeno	2,100	4	7.2	-33.3	Acero al carbón
Agua contra incendios	2,100	10	7	T°C Ambiente	Acero al carbón
Agua potable	2,100	4	19.7 / 18.7	T°C Ambiente	Acero al carbón
Conducto para cableado	2,100	–	Atmósfera	T°C Ambiente	Canaletas de acero inoxidable
* La longitud final podrá variar ligeramente en el proyecto ejecutivo.					

II.1.4. Superficie total requerida.

El proyecto abarca una superficie en agua de 42.95 hectáreas para las dársenas y canales, en las que se incluyen la superficie a dragar y el área ocupada por las estructuras portuarias. En tierra, se destinarán para el campamento y patios de colados 9.57 hectáreas. Adicional a ésta superficie habrán 0.110 hectáreas que serán ocupadas por un corredor de 2 m de ancho para el ducto de amoniaco que estará en su totalidad dentro de las instalaciones de la empresa.

En este caso se solicitará la concesión de las áreas que correspondan a la ZOFEMAT

donde esta sea atravesada por las estructuras de la terminal. Además, se consideran 490.88 hectáreas destinadas como zona de tiro en mar abierto, para la cual se obtendrá autorización antes de iniciar los trabajos de construcción de la terminal. La Tabla II.2 presenta el desglose de estas superficies. El plano APTB-DIM-PG-01 del Anexo J presenta el dimensionamiento y emplazamiento.

Tabla II.2. Distribución de la superficie ocupada por los elementos del proyecto.

Elementos del Proyecto	Superficie (ha)
Superficies de agua (abarcándola plataforma de carga y pasarela de acceso, las áreas a dragar, el canal auxiliar para la construcción y el canal de acceso)	42.95
Campamento provisional y patio de colados (en tierra)	9.57
Franja de 2 m de ancho para el ducto de amoniaco (dentro de las instalaciones de la empresa)	0.110
TOTAL	52.63

La Tabla II.3 presenta los usos de suelo y coberturas vegetales en las superficies que abarcan los elementos del proyecto. Como se puede ver en dicha tabla, el proyecto no requiere de la eliminación de ningún tipo de vegetación forestal ni de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla II.3. Vegetación por desmontar por los elementos del proyecto.

Elementos del Proyecto	Área Ocupada (ha)	Superficie de desmonte (cobertura en m ²)	Tipo de vegetación
Campamento provisional patio de colados (en tierra)	9.57	0.0	Sin vegetación.
Corredor para el ducto de amoniaco (en tierra)	0.110	0.0	Sin vegetación.
Total	9.68	0.0	Sin vegetación.

II.1.5. Descripción General del Proceso.

El diagrama de bloques que se presenta en la Figura II.1 muestra la secuencia convencional de los pasos que sigue el proceso de carga del amoniaco la urea. En este proyecto no se incluyen procesos de transformación o producción.

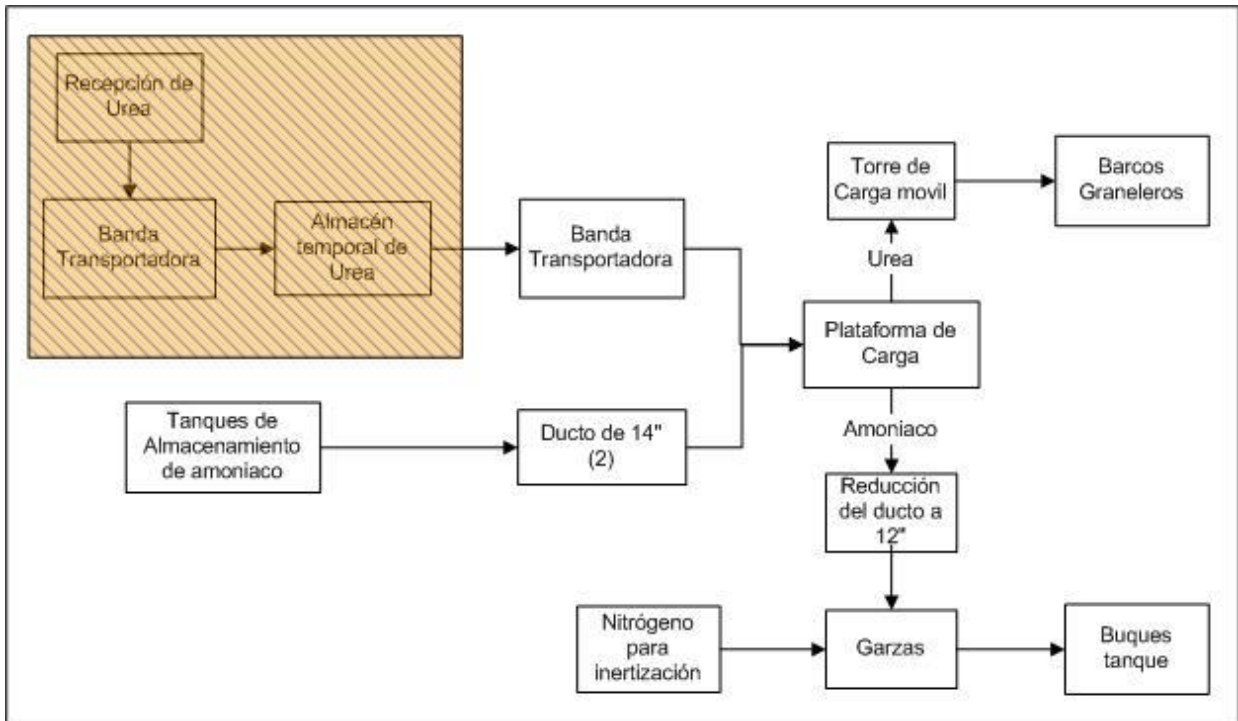


Figura II.1. Diagrama de flujo del proceso de carga de los barcos.

II.1.6. Inversión requerida.

La inversión inicial para el proyecto de construcción del muelle es de aproximadamente 52,500,000 de dólares (USD), que representan alrededor de 1,024.8 millones de pesos, considerando el tipo de cambio (Fix) para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU.A., pagaderas en la República Mexicana de \$19.52 del día 7 de marzo de 2017.

II.2. Ubicación del sitio del Proyecto.

II.2.1. Localización del sitio.

El sitio para el proyecto propuesto se encuentra en la porción litoral del municipio de Ahome, en la porción noroeste del estado de Sinaloa (Figura II.2). Este municipio posee una superficie de 4,342.89 km² y su cabecera municipal es la ciudad de Los Mochis.

El municipio de Ahome posee grandes extensiones de tierras dedicadas a la agricultura y una gran extensión de humedales, incluyendo áreas de manglar. Además de la agricultura, en la región se desarrollan actividades pesqueras, un turismo incipiente y movimiento de carga y pasajeros en un puerto de altura ubicado en la Bahía de Topolobampo.

El puerto de Topolobampo se localiza al sur de Los Mochis (Figura II.3) y es, por el volumen de mercancía recibida y la carga transportada, el más importante de la costa de Sinaloa. Por su ubicación, la infraestructura existente y por la distancia a zona habitadas, el sitio propuesto se considera adecuado para la construcción de la terminal portuaria para la planta de producción de amoniaco (Figura II.4).

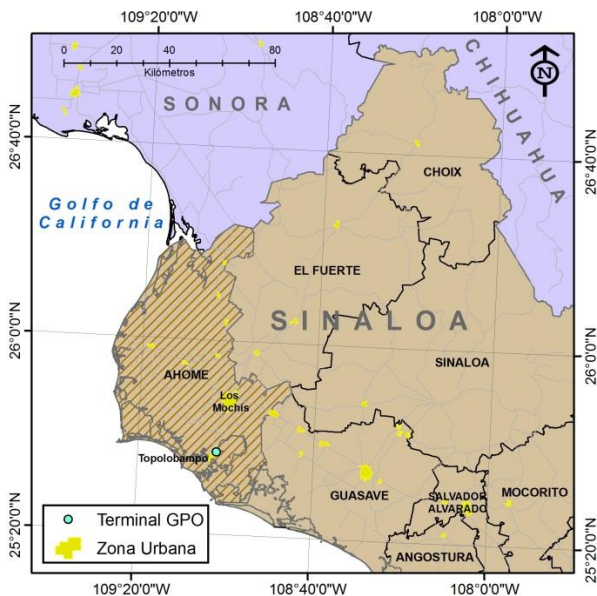


Figura II.2. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.

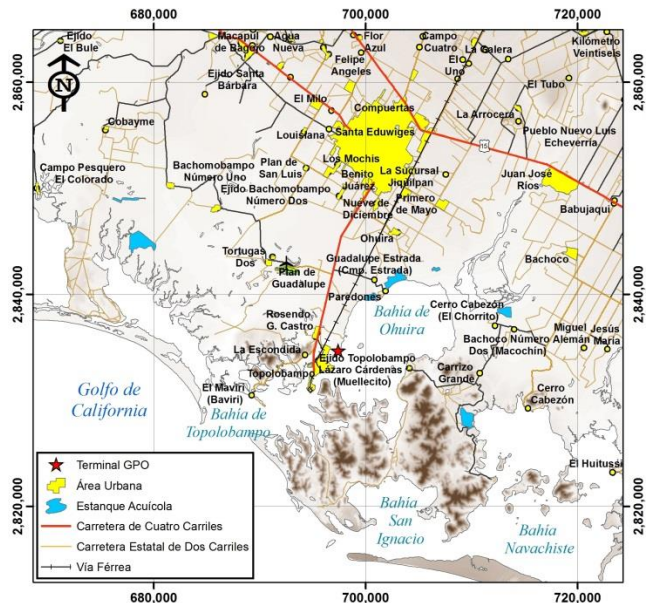


Figura II.3. Ubicación de Topolobampo y Los Mochis, en el litoral de Ahome.

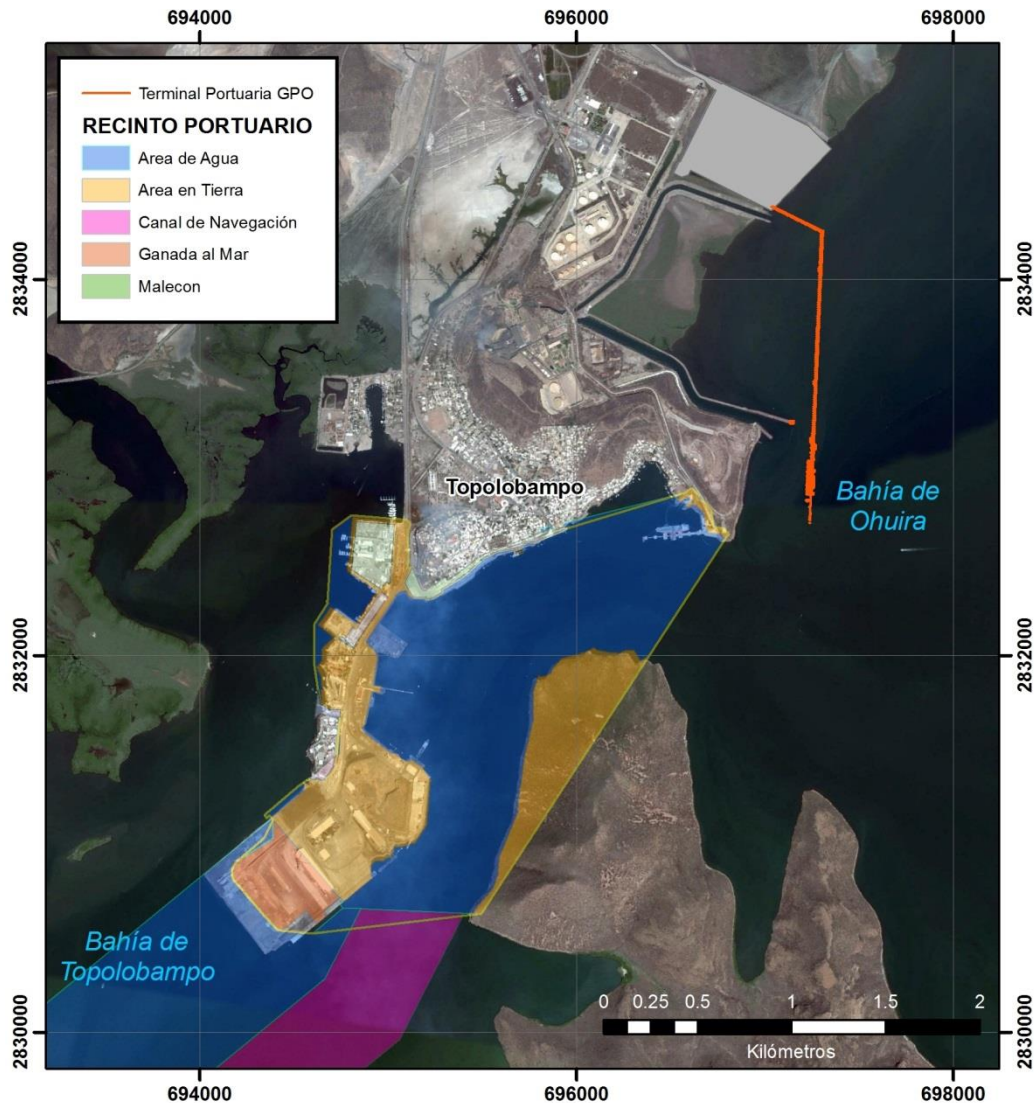


Figura II.4. Ubicación de la terminal con relación a la API-Topolobampo.

Este municipio tiene grandes extensiones de terrenos agrícolas y una importante superficie de terrenos inundables, incluyendo el sistema de lagunas costeras formado por la Bahía Santa María, Bahía de Topolobampo y Bahía de Ohuira. La actividad económica de la región se concentra en la ciudad de los Mochis y en el puerto de Topolobampo. La presencia del puerto y diversas industrias generan una tendencia de desarrollo que debe ser combinada complementada con estrategias de conservación del medio ambiente



Figura II.5. Vista del sitio del proyecto, en la Bahía de Ohuira.

Hasta ahora, el desarrollo en esta región se había basado principalmente en las actividades agrícolas, acuícolas y la explotación pesquera en las lagunas costeras y en altamar. Las principales actividades del sector secundario se basan en el sector agroindustrial, y el manejo de productos petroleros por parte de PEMEX en el puerto de Topolobampo, donde cuenta con una terminal especializada, así como la generación de energía eléctrica a través de centrales termoeléctricas de la CFE.

A este respecto, ya existe un gasoducto para proveer a la CFE de este insumo y que al mismo tiempo será aprovechado para el desarrollo de nuevos proyectos petroquímicos.

II.2.2. Vías de Acceso.

El acceso al sitio de la terminal portuaria es por el camino de entrada a la zona industrial, que incluye a la planta de amoniaco (Figura II.6). Este camino entronca con la carretera Los Mochis-Topolobampo, esta pavimentado y es transitable todo el año.

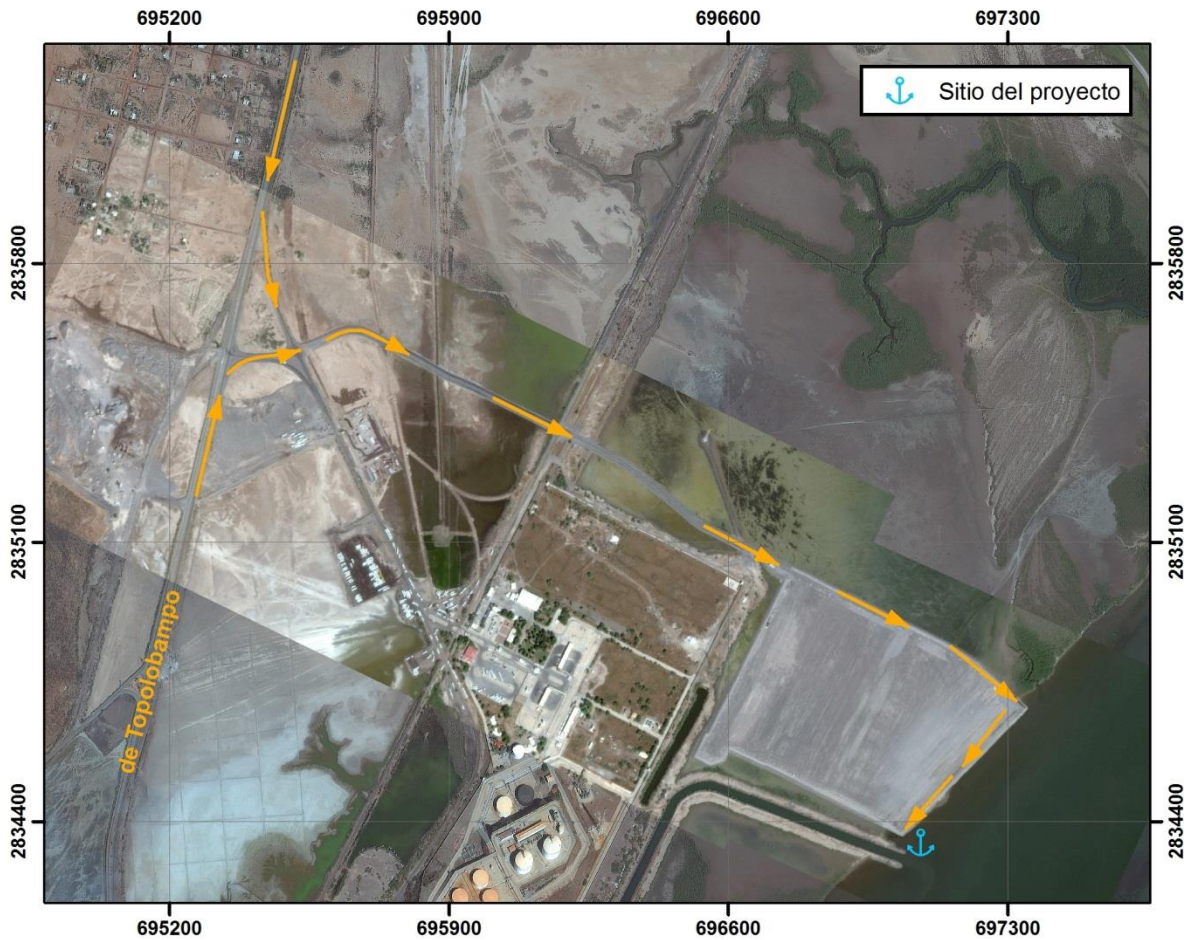


Figura II.6. Vías de acceso al sitio del proyecto.

II.3. Programa de Obras y Actividades.

II.3.1. Programa general de trabajo.

El proyecto contempla concluir sus etapas de preparación del sitio y construcción en un plazo de 4 años a partir de que se cuente con el 100% de autorizaciones para el inicio de obra (entre las autorizaciones se encuentran las requeridas para la zona de tiro del material de dragado, la cual se tramitará antes de iniciar el proyecto). Al concluir la construcción se podrá iniciar el transporte de amoniaco. Posteriormente, cuando haya disponibilidad de urea, esta se empezará a embarcar a través de la banda transportadora que se construirá en la segunda fase de la etapa de construcción.

El diseño del proyecto y su equipamiento (excluyendo las defensas) está basado en una vida mínima de 50 años y la vida útil de las defensas se considera de aproximadamente 25 años, siempre y cuando se desarrollen e implementen los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla II.4. Calendario de actividades generales del proyecto.

Actividad	AÑO 1																					
	0	1				2				3				4				5				
	A	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Obtención de autorizaciones ²																						
Campamento provisional																						
Patio de colados																						
Dragado del canal auxiliar																						
Dragado de construcción (canal de acceso, dársena de maniobras y dársenas de atraque)																						
Depósito de material en zonas de tiro																						
Construcción de la pasarela y muelle																						
Construcción del amonioducto																						
Construcción de otros ductos																						
Construcción de la banda transportadora ³																						
Operación y Mantenimiento ⁴														Durante toda la vida útil del proyecto								
1 Expresado en Trimestres. 2 Incluye la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para la zona de tiro del material de dragado. 3 La banda transportadora se hará en una segunda fase de la etapa de construcción. 4 La operación y mantenimiento se harán durante toda la vida útil del proyecto.																						

II.4. Etapa de Selección del sitio.

II.4.1. Estudios de campo.

Para la ubicación y el diseño de la terminal de GPO se realizaron o están en proceso de realización los siguientes estudios.

- Estudio oceanográfico.
- Modelación hidrodinámica con proyecto.
- Levantamiento topobatimétrico.
- Mecánica de suelos.
- Estudio de caracterización de bentos.
- Análisis fisicoquímicos de los sedimentos que se van a dragar.
- Proyecto de diseño estructural de pasarela y muelle.
- Proyecto de señalización.
- Proyecto de dragado.
- Proyecto de dimensionamiento.

II.4.2. Urbanización del área.

Por su ubicación en un área de desarrollo industrial y portuario, el sitio de interés para el proyecto cuenta con fácil acceso a servicios público de electricidad (la cual se requiere durante la operación del muelle), vías de comunicación y sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos y residuos peligrosos.

II.4.3. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias.

El predio en donde se origina la pasarela de la terminal portuaria actualmente tiene uso industrial. En la Bahía de Ohuira se desarrollan actividades pesqueras, industriales (con uso de agua para enfriamiento de la termoeléctrica de la CFE), de conservación y turísticas.

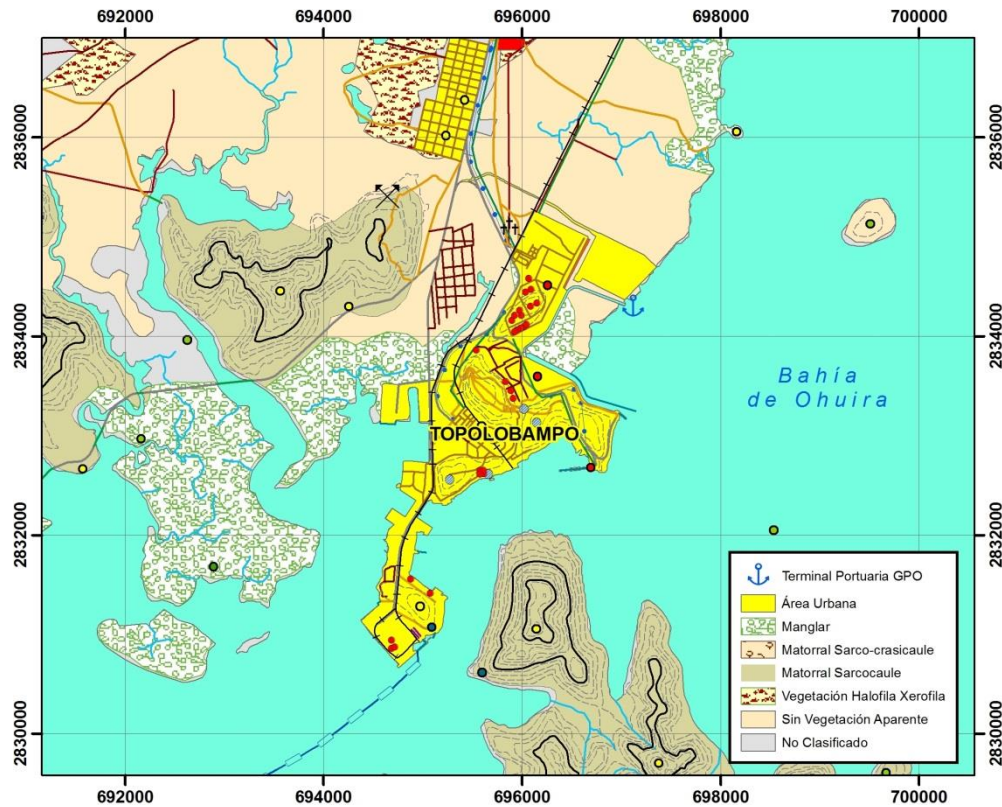


Figura II.7. Usos de suelo en el sitio del proyecto y sus alrededores.

II.4.4. Sitios alternativos.

Como parte del proceso de selección del sitio se analizaron las tres alternativas que se presenta en la Figura II.8 y la Tabla II.5. La ubicación del proyecto está condicionada por diversos factores. En primer lugar, la nueva terminal debía trasladar el manejo del amoniaco a un sitio más alejado de las áreas pobladas. En este caso, las tres opciones además quedan separadas del área urbana por las características topográficas. La distancia será mayor que la que actualmente hay entre la Terminal Portuaria de Pemex y Topolobampo (267 m). Además, sitio para la terminal portuaria preferentemente debe estar colindante a la planta de amoniaco para aumentar la seguridad al realizar todas las actividades en un área sin acceso al público.

Desde el punto de vista técnico, se eligió la opción que representa el menor volumen de dragado y el menor tiempo de construcción. Estas características hacen que el costo económico también sea menor. Todo esto hace que la opción descrita en este documento se haya considerado como la más adecuada para el muelle de carga.

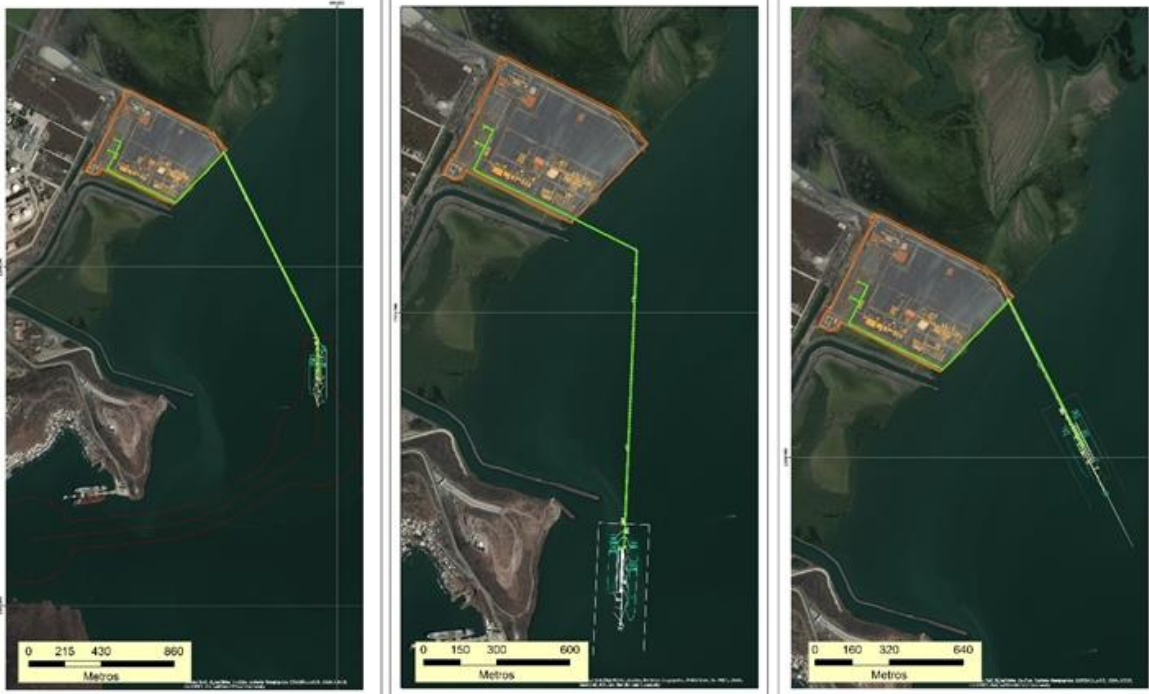


Figura II.8. Opciones consideradas: Opción B (izquierda), proyecto propuesto (centro), Opción D (derecha).

Tabla II.5. Comparación de las características de las opciones consideradas para el proyecto.

Características	Unidad	Opción		
		B	Proyecto	D
Longitud del muelle (incluye pasarela)	m	1,690.845	1,853.21	982.54
Longitud de la plataforma	m	182	182.06	182
Posiciones de atraque		2	2	2
Pilotes	pzs	1,208	1,255	1,012
Distancia del muelle a la línea de costa	m	861	319	589
Volumen de dragado (estimado)	m ³	3,182,970.50	1,439,232.56	5,563,671.77
Material de dragado para vertimiento	m ³	3,182,970.50	1,439,232.56	5,563,671.77
Longitud del amonioducto	m	2,418	2,165	2,200
Formas de concreto	m ³	8,337	8,423	6,885
Distancia a zonas habitacionales	km	1.15	0.62	1.46
Distancia de la plataforma de carga a la Isla Patos	m	1,980	2,760	1,785
Vegetación forestal afectada	m ²	0,0	0,0	0,0
Costo económico	USD	70,000,000	52,500,000	93,500,000

II.4.5. Área natural protegida.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 46 de la LGEEPA, el proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida establecida mediante un decreto municipal, estatal o federal. El proyecto se encuentra en el Sitio Ramsar 2025, Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira, por lo que de acuerdo la Convención sobre los Humedales (realizada en 1971 en Ramsar, Irán,) un proyecto como el propuesto debe ser evaluado en materia de impacto ambiental. La información referente a este tema se ha desarrollado con mayor detalle en el Capítulo III de esta MIA.

II.5. Etapa de Preparación del Sitio.

II.5.1. Desmante y Despalme.

II.5.1.1. Instalaciones de la terminal portuaria. El sitio para la construcción de los elementos en tierra de la terminal portuaria (que consisten en las áreas ocupadas de forma temporal durante la construcción y el trazo del amonioducto) no tiene ningún tipo de vegetación por lo que no es necesario realizar el desmante de ningún área. Vale la pena recalcar que no se removerá ningún tipo de vegetación ni suelos, por lo que no habrá generación de residuos vegetales ni será necesario el trasplante de plantas.

II.5.1.2. Zonas de vertimiento. El material de dragados será vertido al mar en áreas profundas donde el efecto de las corrientes las dispersará antes de llegar al fondo. La autorización para dichos vertimientos se obtendrá antes de iniciar las obras del proyecto.

II.5.2. Instalación del campamento provisional.

Para la fase preparación del sitio se construirá un campamento provisional en un área de aproximadamente 9.566 ha (Figura II.9), el cual estará dotado de servicios para los trabajadores y para la construcción, de acuerdo con lo que se describe a continuación:

- Oficinas de ingeniería y administración de proyectos en módulos prefabricados.
- Almacén de materiales al aire libre, taller y bodega.
- Estación de primeros auxilios, comedor y área de aseo para los trabajadores.

- Patio de colados.
- Equipos y materiales para el control de derrames accidentales.

II.5.2.1. Almacén de materiales. Para el almacenamiento de materiales de construcción e insumos, será necesaria disponer de un área suficiente cerca de la laguna y el patio de colados. Ahí se colocarán los materiales que no sean afectados por la exposición a la intemperie. Además, se contará con contenedores que servirán como bodegas. El uso de las bodegas será exclusivamente para resguardar aquellos equipos y/o materiales que puedan ser dañados por el medio ambiente.

II.5.2.2. Taller de maquinaria. Se contará con un patio de maquinaria y equipo delimitada con una cerca. En esta área se realizará el mantenimiento y reparación de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados para la construcción.

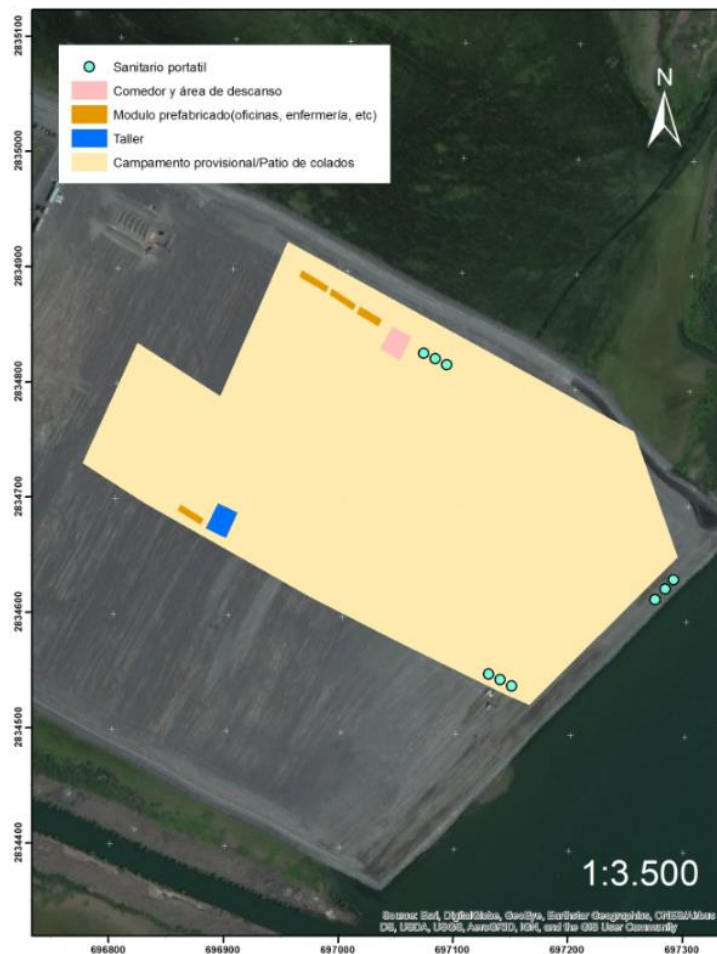


Figura II.9. Ubicación y distribución del campamento provisional y patio de colados.

II.5.2.3. Servicios para los trabajadores. Con el fin de brindar al personal condiciones de salubridad y bienestar adecuados en el campamento provisional se incluye un área de servicios de primeros auxilios, así como un área de comedor y de descanso para los trabajadores. Se implementará un sistema de suministro de agua potable para aseo y consumo.

II.5.2.4. Servicios Sanitarios. Los servicios sanitarios consistirán de sanitarios portátiles contratados a una empresa especializada que se haga responsable de su mantenimiento, así como del retiro y disposición final de las aguas servidas. Una parte de los sanitarios portátiles estará ubicada en el área del campamento provisional y otros se colocarán cerca del frente de trabajo, en la orilla de la laguna, accesibles a los trabajadores.

II.5.3. Patio de colados.

Para la construcción del muelle y la pasarela de acceso se utilizarán elementos precolados y colados in situ, para la fabricación de los elementos precolados se habilitará temporalmente un área dentro de los límites del campamento provisional, en el terreno de la empresa. La maquinaria que estará operando en el patio de colado incluye:

- Retroexcavadora.
- Grúa sobre orugas.
- Grúa sobre neumáticos.
- Camión plataforma.
- Planta móvil de energía eléctrica.
- Plantas de soldar.
- Equipo menor.
- Camión cisterna para suministro de agua.
- Camioneta de redilas.
- Vehículos para transporte de personal.

II.6. Construcción.

II.6.1. Descripción general de la pasarela y muelle.

La primera parte de la obra consiste en la construcción de una pasarela de acceso vehicular de aproximadamente 1,517.31 m de longitud sobre 205 caballetes de 12.30 m de ancho (Figura II.10). Las estructuras se construirán con pilotes de acero de 24" \varnothing x 1/2" y superestructura prefabricada de concreto hidráulico de 250 kg/cm². El primer segmento de la pasarela llega a una plataforma de operaciones de 182.06 m de largo y 38.00 m de ancho, el acceso vehicular atraviesa dicha plataforma y llega al inicio del segundo segmento de la pasarela de acceso peatonal, dicha pasarela se prolonga hasta la plataforma de operaciones con dos posiciones de atraque para remolcadores.

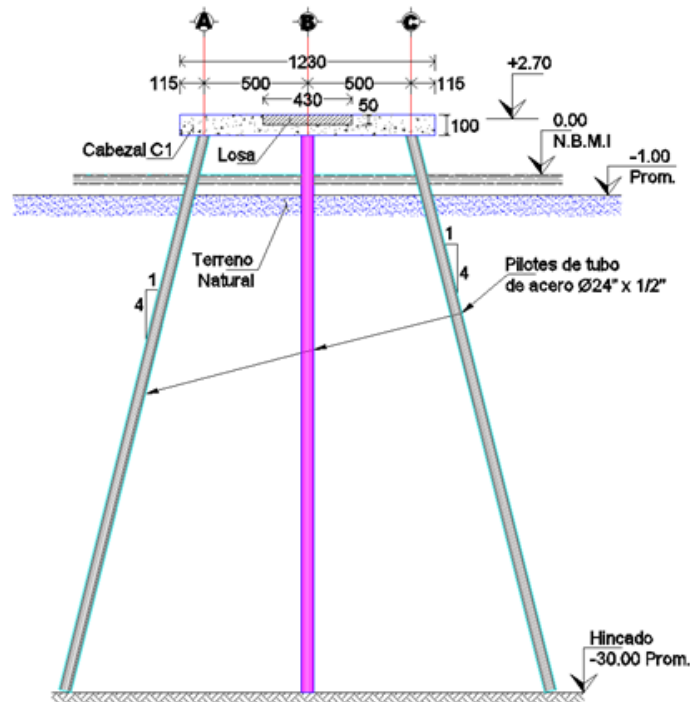


Figura II.10. Corte de la pasarela.

La Tabla II.6 presenta las coordenadas del eje del conjunto de la pasarela y del muelle, que va desde la orilla de la laguna hasta donde termina la plataforma de operaciones para remolcadores. Para la construcción de la terminal portuaria y su posterior operación se requiere de los dragados que se muestran en la Figura II.12.

Tabla II.6. Cuadro de construcción del eje la pasarela y muelle.

V	Coordenadas	
	X	Y
P01	697,040.1508	2'834,387.7255
P02	697,304.5885	2'834,255.5883
P03	697,252.1477	2'833,037.2789
P04	697,244.3184	2'832,855.3873
P05	697,238.5838	2'832,722.1607
P06	697,237.7237	2'832,702.1792

II.6.2. Delimitación de dársenas y dragados.

En la zona de agua del proyecto se han definido las áreas para la construcción y operación de la terminal portuaria GPO (Tabla II.9 a Tabla II.12). La Figura II.11 presenta un croquis de las áreas y sus superficies.

Tabla II.7. Cuadro de construcción de la superficie del polígono de dragado auxiliar.

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				1	697,040.1508	2,834,387.7255
1	2	S 63°26'56.76" E	295.614	2	697,304.5885	2,834,255.5883
2	3	S 02°27'52.97" W	1053.480	3	697,259.2846	2,833,203.0829
3	4	S 87°32'07.03" E	56.000	4	697,315.2328	2,833,200.6746
4	5	N 02°27'52.97" E	1089.787	5	697,362.0981	2,834,289.4534
5	6	N 63°26'56.76" W	331.921	6	697,065.1824	2,834,437.8196
6	1	S 26°33'03.24" W	56.000	1	697,040.1508	2,834,387.7255
SUPERFÍCIE = 77,582.446 m ²						

Tabla II.8. Cuadro de construcción dársena de maniobras

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				15	697,138.2658	2,832,706.4602
15	19	S 02°27'52.88" W	22.127	19	697,137.3142	2,832,684.3534
19	21	S 40°11'24.32" W CENTRO DE CURVA DELTA=54°25'22.58" RADIO = 235.000	214.920 LONG. CURVA = 223.217 SUB.TAN.= 120.833	21 25	696,998.6211 697,227.6177	2,832,520.1746 2,832,467.3966
21	22	S 85°38'55.55" W	10.668	22	696,987.9842	2,832,519.3653
22	23	S 04°21'04.45" E	140.000	23	696,998.6060	2,832,379.7688
23	24	N 85°38'55.55" E	10.668	24	697,009.2429	2,832,380.5782
24	26	N 49°09'54.19" E CENTRO DE CURVA DELTA=218°18'27.75" RADIO = 235.000	443.981 LONG. CURVA = 895.394 SUB.TAN.= 676.582	26 25	697,345.1575 697,227.6177	2,832,670.8896 2,832,467.3966
26	16	N 02°27'52.88" E	26.641	16	697,346.3032	2,832,697.5055
16	15	N 87°32'07.12" W	208.23	15	697,138.2658	2,832,706.4602
SUPERFÍCIE = 175,649.610 m ²						

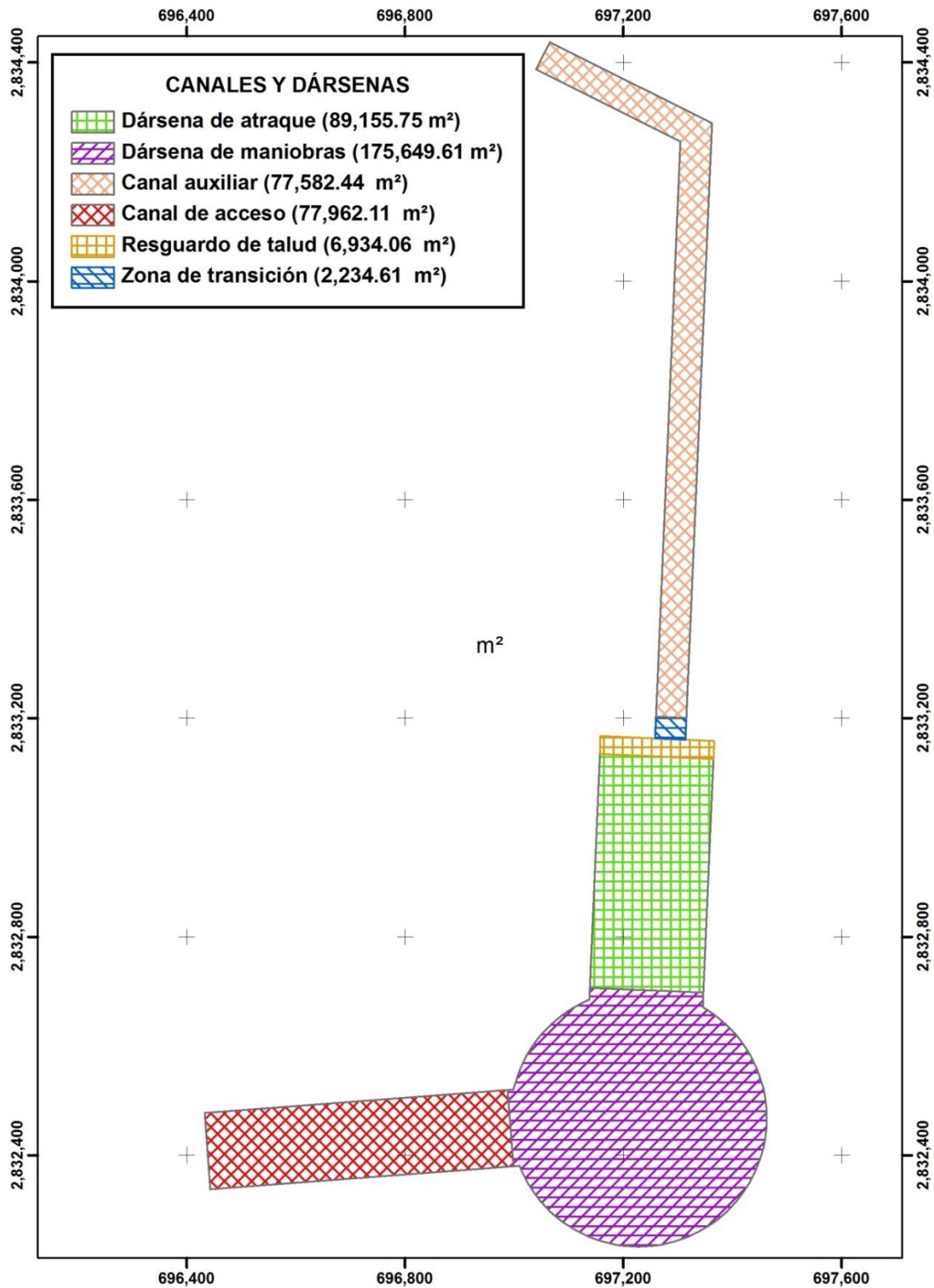


Figura II.11. Croquis de las dársenas y canales de la terminal portuaria GPO.

Tabla II.9. Cuadro de construcción de la dársena de atraque

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				11	697,156.6782	2,833,134.2241
11	15	S 02°27'52.88" W	428.160	15	697,138.2658	2,832,706.4602
15	16	S 87°32'07.12" E	208.230	16	697,346.3032	2,832,697.5055
16	12	N 02°27'52.88" E	428.160	12	697,364.7156	2,833,125.2695
12	11	N 87°32'07.12" W	208.230	11	697,156.6782	2,833,134.2241
SUPERFÍCIE = 89,155.757 m ²						

Tabla II.10. Cuadro de construcción del canal de acceso.

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				22	696,987.9842	2,832,519.3653
22	29	S 85°38'55.55" W	556.872	29	696,432.7170	2,832,477.1151
29	30	S 04°21'04.45" E	140.000	30	696,443.3389	2,832,337.5187
30	23	N 85°38'55.55" E	556.872	23	696,998.6060	2,832,379.7688
23	22	N 04°21'04.45" W	140.000	22	696,987.9842	2,832,519.3653
SUPERFÍCIE = 77,962.115 m ²						

Tabla II.11. Cuadro de construcción de la franja de resguardo de talud.

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				10	697,158.1103	2,833,167.4933
10	11	S 02°27'52.88" W	33.300	11	697,156.6782	2,833,134.2241
11	12	S 87°32'07.12" E	208.230	12	697,364.7156	2,833,125.2695
12	13	N 02°27'52.88" E	33.300	13	697,366.1476	2,833,158.5387
13	10	N 87°32'07.12" W	208.230	10	697,158.1103	2,833,167.4933
SUPERFÍCIE = 6,934.059 m ²						

Tabla II.12. Cuadro de construcción de la zona de transición.

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				3	697,259.2846	2,833,203.0829
3	8	S 02°27'52.88" W	39.908	8	697,257.5684	2,833,163.2123
8	9	S 87°32'07.12" E	56.000	9	697,313.5166	2,833,160.8041
9	4	N 02°27'52.88" E	39.900	4	697,315.2324	2,833,200.6672
4	3	N 87°31'39.46" W	56.000	3	697,259.2846	2,833,203.0829
SUPERFÍCIE = 2,234.610 m ²						

II.6.3. Dragado de construcción del canal auxiliar y las dársenas de atraque y de dársena de maniobras.

II.6.3.1. Características generales. Para realizar los dragados (Figura II.12) no será necesario realizar trabajos previos de construcción. El equipo que se utilizará se presenta en la Tabla II.13. En esta tabla se indica el tiempo que empleará cada máquina y el tiempo que permanecerán en el sitio de trabajo.

Tabla II.13. Maquinaria requerida para la realización del dragado de proyecto e hincado de pilotes para el muelle y la pasarela.

Maquinaria	Unidad	Cantidad
Draga estacionaria de succión con cortador	Hora	2,160
Lanchas con motor fuera de borda	Hora	6,480
Draga autopropulsada	Hora	6,480
Grúa para maniobras en tierra	Hora	10,368
Grúa para hincado de pilotes en pasarela	Hora	1,290
Grúa para hincado de pilotes en muelle	Hora	1,390
Grúa para montaje de elementos prefabricados, colados, colocación de armados y cimbras	Hora	10,368
Remolcador	Hora	2,160

El material producto de dragado, será depositado en tolvas, las cuales, estarán montadas sobre un chalán, que será remolcado hasta la zona de tiro ubicada en mar abierto, a una distancia aproximada de 39 km. Este ciclo, será repetitivo hasta desalojar por completo todo el material.

II.6.3.2. Dragado de las dársenas. Se realizarán los trabajos de dragado de construcción de las áreas para la operación de la terminal. En la zona del muelle la dársena de atraque se extiende a ambos lados del mismo, con 208.23 m de ancho y 428.16 m de largo a una profundidad de 13.30 m; la dársena de maniobras tendrá 470.00 m de diámetro a una profundidad de 14.55 m; una zona de resguardo de talud de 33.30 m de largo por 208.23 m de ancho y 13.30 m de profundidad; una zona de transición de 39.90 m de ancho por 56.00 m de largo, desde una profundidad de 13.30 m hasta 3.00 m. Por último, es importante destacar que el canal de navegación, de 140.00 m de ancho por 556.87 m de longitud a una profundidad de 14.55 m no requiere de dragado, ya que la profundidad natural es suficiente para la operación.

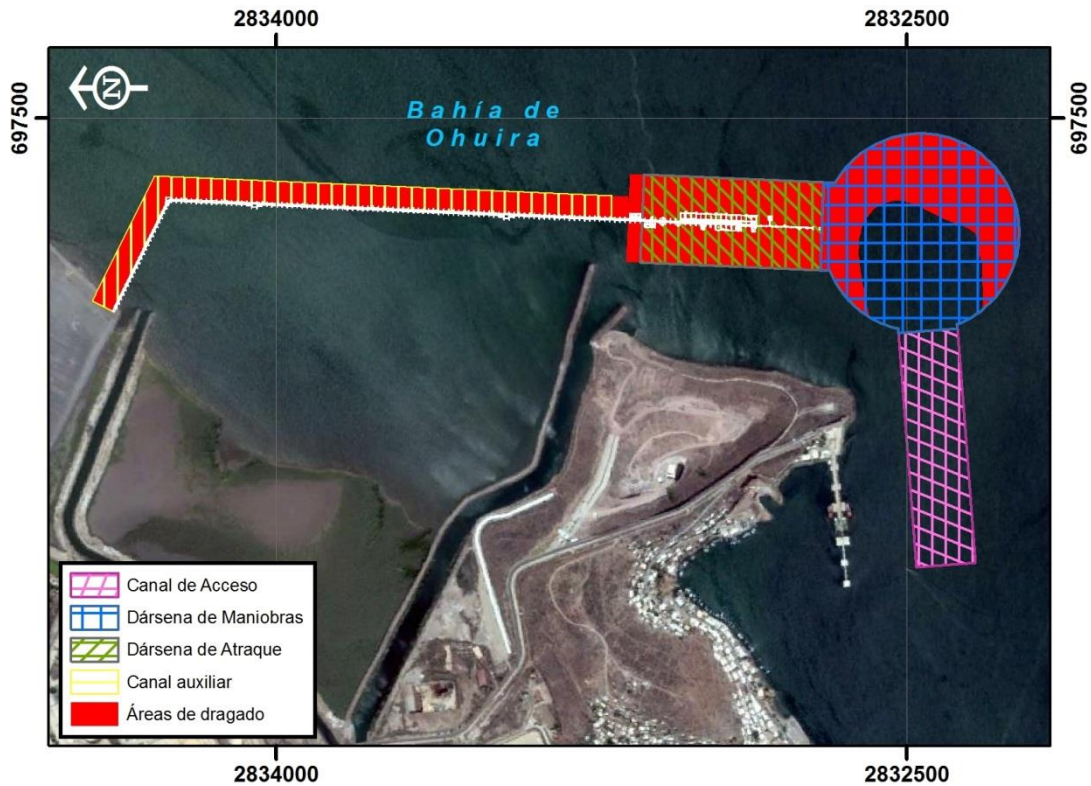


Figura II.12. Áreas de dragado en las dársenas y canales.

Para este dragado, se utilizará una draga de succión con cortador autopropulsada con una capacidad de tolva de 1,000 m³ (en todo momento se deberá tener la precaución de no exceder la capacidad de la tolva), la cual almacenará el material producto de dragado, lo transportará y lo depositará en la zona de tiro ubicada en mar abierto. Este ciclo, será repetitivo hasta desalojar por completo todo el material.

Tanto para el dragado auxiliar como para el dragado de construcción, se habilitará una barrera construida a base de geotextil y boyas, que impedirán la filtración de sólidos en suspensión producidos durante los trabajos de dragado, con el fin de mitigar el impacto negativo que pudiera generar la obra, adicional a esta medida, se presentará un plan de contingencia que tendrá que cumplirse en caso de un derrame de combustible que pudiera ocurrir durante la ejecución de la obra, respetando los lineamientos establecidos por la normatividad correspondiente.

II.6.3.3. Dragado del canal auxiliar. Para este concepto, se requerirá el dragado auxiliar en la pasarela, todo ello con el fin de obtener la profundidad necesaria para la operación de un chalán que soportará una grúa con la capacidad suficiente para el hincado de los

pilotes en esta zona, además de la utilización de un chalán que suministrará los pilotes desde la zona de almacenamiento en tierra hasta la zona de hincado.

Este dragado auxiliar tendrá 56 m de ancho y 1,349.08 m de largo con 3.00 m de profundidad, en las coordenadas que se presentan en la Tabla II.7. Las condiciones topobatemétricas de en esa zona obligan a que el dragado lo realice una draga estacionaria de succión con cortador. El volumen de dragado a extraer de dicha zona es de 157,351.013 m³.

II.6.4. Zona de tiro.

Dado el volumen que se pretende dragar, se requiere una zona de vertimiento del material producto del dragado con un diámetro de 2,500.00 m (2.5 km). Actualmente las características oceanográficas (incluyendo las corrientes marinas y la calidad del agua) de las zonas de tiro propuestas están siendo evaluadas. Por tal razón, en esta MIA-R sólo se incluye la información de la zona de tiro de manera informativa, ya que no se incluye aquí la solicitud de autorización para el vertimiento en el mar. Antes de iniciar los dragados o cualquier otra obra relacionada a la terminal portuaria se obtendrán todas las autorizaciones necesarias para poder realizar los vertimientos en dichas zonas.

Para esta propuesta se ha considerado un espesor de 0.30 m en las coordenadas UTM X = 663,635.50 y Y = 2'818,522.00. Se considera una distancia promedio de traslado de material producto del dragado de 39 km, desde la zona de proyecto hasta la zona de tiro.

Por su ubicación, se considera que no se pondrá en riesgo fauna endógena o en peligro de extinción y nos permite prever muy poca dispersión fuera de la zona determinada para realizar el vertimiento del material producto del dragado, además se propone distribuir el material de tal forma que este no se deposite en el mismo sitio, provocando acumulamiento del mismo y la modificación del relieve submarino.

El área propuesta se localiza en la zona abismal fuera de la plataforma continental, donde las profundidades marinas son considerables. Así, las áreas seleccionadas como zonas de tiro se encuentran en altamar, sobre áreas profundas donde no existe vegetación.

II.6.5. Construcción de la pasarela y muelle.

A continuación se describen los procedimientos constructivos a emplear durante la construcción de la pasarela y el muelle. La pasarela tendrá una longitud de 1,514.89 m hasta la plataforma de carga con un primer tramo de 295.24 m sobre caballetes de 12.30 m de ancho y en un segundo tramo de 1,219.65 m también sobre caballetes de 12.3 m de ancho. Al final de la plataforma de carga habrá una pasarela de 133.82 m de largo que da acceso a la posición de atraque de dos remolcadores (ver el plano APTB-RE-P-01_Planta y Cortes del Anexo J). El total de pilotes a colocar es de 606. Durante la ejecución de los trabajos se habilitará una barrera construida a base de geotextil y boyas, que impedirán la filtración de cualquier residuo sólido que pudiera encontrarse en suspensión o en la superficie. De esta forma se mitigará el impacto negativo que pudiera generar la obra. Al igual que en el caso de los trabajos de dragado, se presentará un plan de contingencia que tendrá que cumplirse en caso de un derrame de combustible que pudiera ocurrir durante la ejecución de la obra, respetando los lineamientos establecidos por la normatividad correspondiente.

II.6.5.1. Hincado de pilotes para la pasarela. La construcción será desde tierra hacia el agua, esto es, dando inicio para la construcción de la pasarela desde el borde del relleno donde se construye la planta de amoníaco, cabe hacer mención que cerca de la línea de costa, la profundidad es somera, con tan solo 2.00 m (Figura II.13).

Los primeros pilotes se pondrán hincar desde tierra, hasta donde la longitud del brazo de la grúa tenga la capacidad. Por encontrarse el terreno natural y la grúa (110 t) al mismo nivel, no se podrá realizar el hincado de los pilotes en su longitud total de proyecto, por lo cual, se procederá a realizar esta maniobra por tramos.

El procedimiento para hincar pilotes en agua, consistirá en colocar un tramo del pilote que será golpeado repetidamente en su parte superior mediante un martillo DELMAG-36, una vez que se introduce una longitud considerable, se suelda con otro tramo y se espera a que la soldadura cumpla su tiempo de fraguado y nuevamente se golpea hasta llegar a las líneas y niveles de proyecto o cuando el pilote cumpla el rebote en el estrato resistente

indicado en el estudio de mecánica de suelos. La distribución de los pilotes se presenta en la Figura II.14.

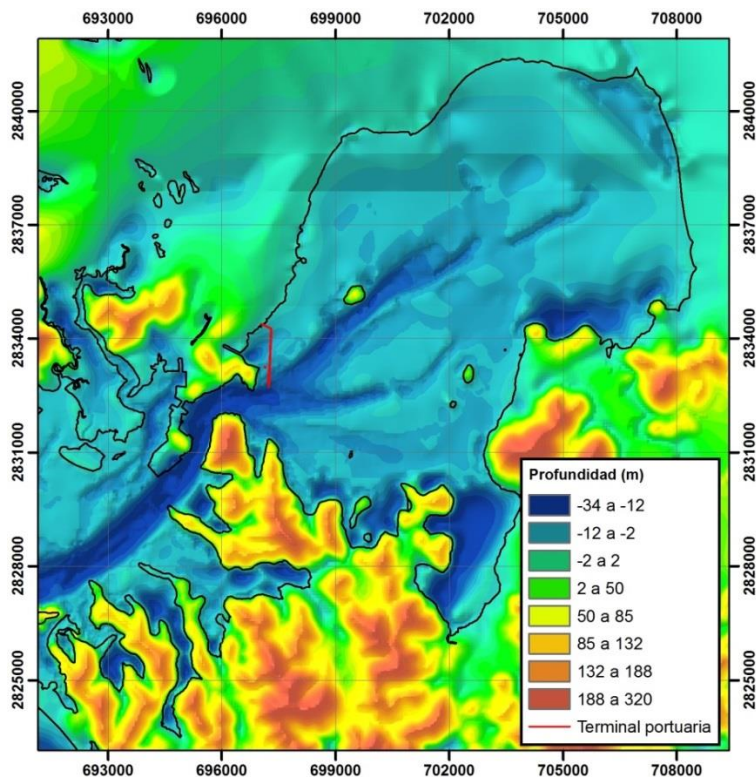


Figura II.13. Batimetría general de la bahía con la ubicación de la terminal portuaria.

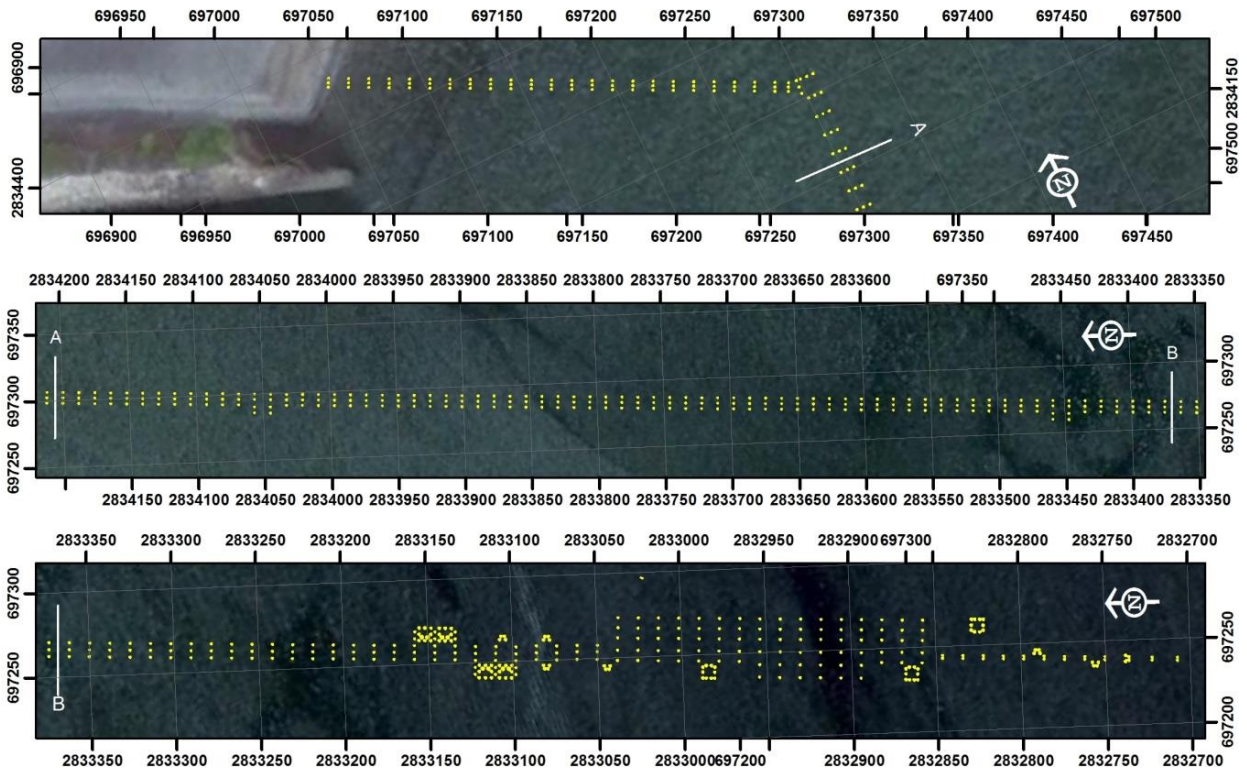


Figura II.14. Distribución de los pilotes para la pasarela y el muelle.

El ciclo se repite hasta alcanzar las líneas y niveles de proyecto. A medida que se avanza con el hincado de los pilotes para los ejes más alejados de la costa, se suministrará de pilotes al chalán principal apoyado con otro auxiliar, este último se remolcará con dos lanchas de fibra de vidrio de 27 pies con motor fuera de borda de 75 HP.

Una vez que se consiguió por medio del dragado, una profundidad de 3.00 m, se procede a hincar los pilotes con la grúa sobre orugas (110 t) montada sobre un chalán con capacidad para 600 t, utilizando un martillo DELMAG-36. Repitiéndose el proceso antes descrito, hasta completar todos los ejes que componen la pasarela.

II.6.5.2. Hincado de pilotes para el muelle. Una vez que se consiguió por medio del dragado, una cota de dragado de -13.30 m, se procede a hincar los pilotes con la grúa sobre orugas (110 t) montada sobre un chalán con capacidad para 600 t, utilizando un martillo DELMAG-36.

El procedimiento consistirá en colocar el pilote en dos tramos, que por la longitud del mismo (47.0 m según proyecto), serán hincado en dos secciones; una de ellas, con una longitud de

23.5 m cada una. Para proporcionar al pilote la inclinación y la ubicación según proyecto, en primera instancia se colocará una estructura guía llamada escantillón para posteriormente tomar la primera sección del pilote con la grúa, presentarlo en el escantillón mencionado, alinearlo con el equipo topográfico y proceder a golpearlo con el martillo, hasta lograr la inclinación de proyecto y su estabilidad, de tal manera que se junten a base de soldadura con el segundo tramo de tubo. Una vez que se soldó y pasó el tiempo necesario para que la soldadura cumpla su función, se procede a aplicar el golpeteo necesario, hasta llegar a las líneas y niveles de proyecto o cuando el pilote cumpla el rebote en el estrato resistente indicado en el estudio de mecánica de suelos. El proceso se repite hasta completar todos los ejes que componen el muelle.

II.6.5.3. Cimbra en cabezal, trabe y losa de pasarela. Una vez que haya terminado el proceso de hincado de pilotes en ejes completos, ya sea cortos o largos, será realizada la colocación de la cimbra falsa, con base en cinchos y perfiles de acero, fijados a los pilotes, de tal forma que permitan sostener perfiles longitudinales y transversales a lo largo de los ejes respectivos, para a su vez sostener la cimbra (colocación de cuñas, polines y madera) que dará forma y contendrá el colado de los elementos.

Durante la fabricación de los tableros para la cimbra se tendrá especial cuidado de que ésta no tenga ni sufra deformaciones como pandeos o deflexiones durante la ejecución del o los colados correspondientes, se inspeccionará constantemente que la cimbra, se encuentre limpia, humedecida y guarde la dimensiones que el proyecto indica, y finalmente durante el retiro de la cimbra se evitará que ésta sufra golpes fuertes que ocasionen deformaciones a la misma, además de darle el mantenimiento adecuado para su conservación. Cabe mencionar que se integrarán las brigadas de trabajo que sean necesarias para atacar este concepto. La Figura II.15 presenta la ubicación de las estructuras de soporte (caballetes) de la terminal portuaria.

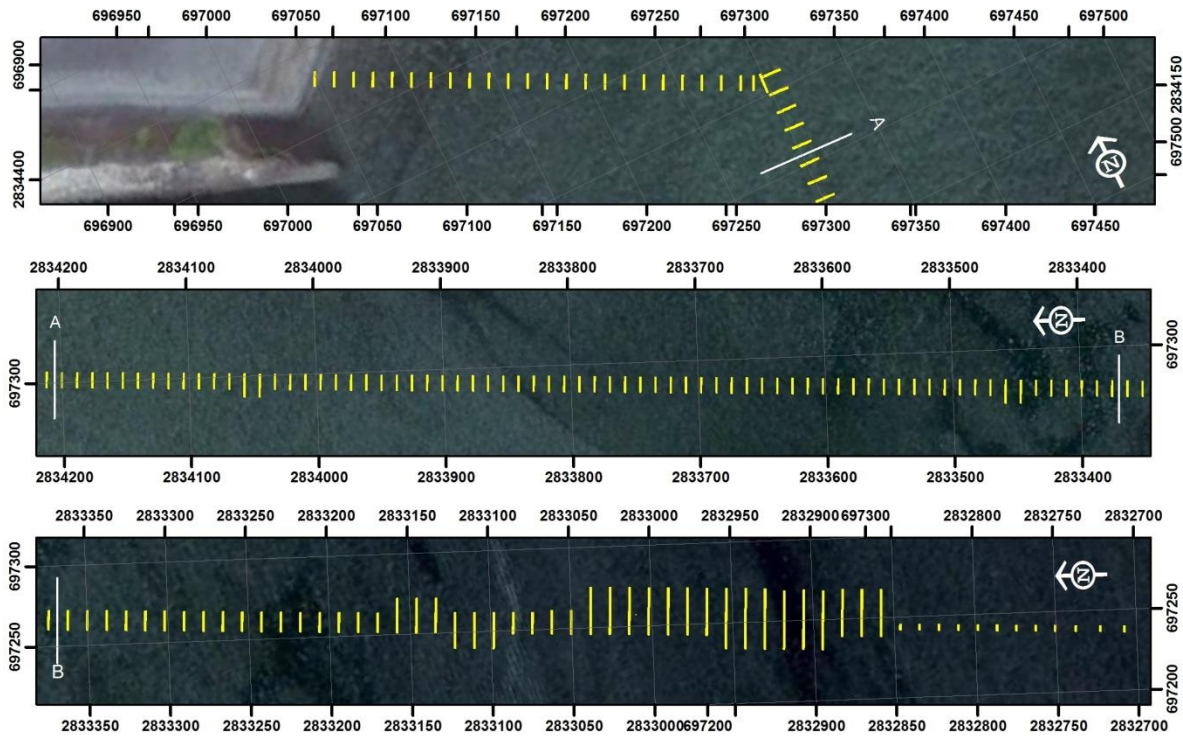


Figura II.15. Ubicación de las estructuras de soporte de la terminal portuaria.

II.6.5.4. Acero de refuerzo en pilotes, cabezal, trabe y losa de la pasarela.

- *Habilitado de varilla de acero (a colocarse en el interior de los pilotes).* Como una actividad paralela y que puede comenzar a realizarse desde las primeras etapas de la obra, es la del habilitado de acero para pilotes, para tal efecto los elementos se tomarán desde una grúa ubicada en chalán y serán colocados en el interior del pilote, para mantener centrado el elemento y que se garantice su correcta colocación dentro del pilote, se le colocarán calzas de concreto (pollos) que se fijaran a las varillas, de tal forma que guarden equidistancia en la separación que garantice el recubrimiento necesario, el acero de refuerzo de este elemento será de 3/8".
- *Habilitado de acero de refuerzo en cabezal.* Éste elemento tendrá 12.30 m de largo por 1.00 m de alto por 1.00 m de ancho y el acero de refuerzo es de varilla de 10 piezas de 1" y 4 piezas de 3/8", estos armados pueden ser habilitados en el sitio o previamente habilitados en los patios de maniobras y transportados hasta el lugar correspondiente.

- *Habilitado de acero de refuerzo en trabe.* Éste elemento tendrá 12.30 m de largo por 1.00 m de alto por 0.60 m de ancho y el acero de refuerzo es de varilla de 12 piezas de 3/4", 4 piezas de 3/8" y estribos de 3/8" a cada 20, estos armados pueden ser habilitados en el sitio o previamente habilitados en los patios de maniobras y transportados hasta el lugar correspondiente.
- *Habilitado de acero de refuerzo en losa.* Éste elemento tendrá 8.00 m de largo entre eje y eje, por 4.30 m de ancho y 0.40 m de alto y el acero de refuerzo es de varilla de 5/8", este armado será habilitado en el sitio.

II.6.5.5. Colado de concreto en pilotes, cabezal, trabe y losa de la pasarela. Colado de concreto de $f'c=250$ kg/cm² en pilotes. Una vez colocado y fijado en el interior del pilote el acero de refuerzo, se procederá al colado del concreto en el interior del mismo, el cual será con concreto premezclado según características descritas en el proyecto, a través de una empresa concretera que cumpla con las especificaciones de concreto solicitadas. Dichos colados serán realizados con revolvedoras de tránsito y bombeo, colocando el concreto con tubo tremie, que permite dosificar adecuadamente el concreto hacia el fondo del pilote y evitar el segregado o sangrado sin control del concreto, a medida que los pilotes que están sobre la pasarela y en las estructuras que forman el muelle y están alejados de la línea de costa, el concreto se transportará en bachas diseñadas especialmente para estos trabajos las cuales se montaran en el chalan auxiliar y serán transportadas a la zona de colado donde será vaciado este material en el interior de los pilotes con el auxilio de la grúa de 110 toneladas. Este concreto será colocado en la parte superior del pilote en una longitud de 1.70 m. Durante este proceso, se deberán tomar las muestras para laboratorio de control de calidad que indique la norma oficial mexicana.

II.6.5.6. Colado de concreto de $f'c=250$ kg/cm² en cabezales, trabes y losas. Se podrá colar primeramente las trabes y cabezales de proyecto hasta el lecho inferior de la losa y posteriormente dicha estructura. Se tendrá que contar con varias obras falsas o cimbras para poder colar constantemente la pasarela de acceso. Cuando se requiera una junta fría, se tendrá que dejar el colado a un cuarto de claro y a 45° esta junta y colocar un aditivo de unión. Para este colado en los elementos que forman la pasarela, se tendrá que contar con el tapón de concreto en los pilotes, dejando las varillas de dicho tapón, para la unión con la

superestructura. Se procederá al colado del concreto en el interior de estos elementos estructurales, el cual será con concreto premezclado según características descritas en el proyecto, a través de una empresa concretera que cumpla con las especificaciones de concreto solicitadas. Dichos colados serán realizados con revolvedoras de tránsito y bombeo, a medida que los elementos que están sobre la pasarela y se alejen cada vez más de la línea de costa, el concreto se transportará en bachas diseñadas especialmente para estos trabajos, las cuales se montaran en el chalan auxiliar y serán transportadas a la zona de colado donde será vaciado este material en el interior de las estructuras con el auxilio de la grúa de 110 t. Durante este proceso, se deberán tomar las muestras para laboratorio de control de calidad que indique la norma oficial mexicana.

II.6.5.7. Plataforma de operación, duques de amarre y atraque, apoyos a pasarelas y plataforma de remolcadores. Como se mencionó en la pasarela de acceso, el armado y colado podrá ser por medio de chalanes o flexifloats, auxiliando la obra falsa o cimbra o por medio de los colados existentes, losas y trabes, ya ejecutadas. Si el colado fuera por agua se tendría que contar con varias bachas, para tener un colado constante y también con varios flexifloats o chalanes mencionadas anteriormente, este colado es más despacio que el colado tradicional. Si el colado fuera por medio de las estructuras ya coladas (plataformas de losas), se tendría que contar con un equipo de re-bombeo o revisar la superestructura ya colada o reforzar esta misma, para soportar los equipos auxiliares como son las grúas o camiones de concreto. Como en la pasarela, se podrá colar primeramente las trabes o cabezales, las estructuras que cuenten con estos elementos y posteriormente las losas. Se tendrá que contar con varias obras falsas o cimbras para poder colar constantemente las estructuras antes mencionadas. Los duques de atraque y amarre, se podrán colar en dos partes, contando con un aditivo de unión en la segunda parte del colado. Las pasarelas de pre-colados, tendrían que colocarse por agua, contando con una grúa de capacidad para dichos pre-colados. Cuando se requiere una junta fría en losas, se tendrá que dejar el colado a un cuarto del claro de dicho espacio y a 45° de dicha junta y colocar un aditivo de unión. Para dichos armados y colados de las estructuras antes mencionadas, se tendrá que contar con el tapón de concreto en los pilotes, dejando las varillas de dicho tapón, para la unión con la superestructura. Ya que se tengan los colados en la plataforma de operación, se procederá a la colocación del firme de concreto armado para dejar las pendientes marcadas en el proyecto y teniendo la disposición de los rieles y estructuras de operación

que irán sobre las plataformas de operación. Durante este proceso, se deberán tomar las muestras para laboratorio de control de calidad que indique la norma oficial mexicana.

II.6.5.8. Suministro y colocación de bitas. La bita será de patente y suministrada de fábrica, con los acabados que marcan las especificaciones. Para la colocación de la bita, previamente al colado de los caballetes que correspondan al lugar donde estarán ubicadas las bitas, será posicionado el sistema de anclaje que recibirá a la bita, para que una vez que el concreto llegue a su resistencia máxima, se esté en posibilidad de atornillar la bita a las anclas roscadas.

II.6.5.8. Colocación de Defensas (incluye accesorios y elementos de fijación). Para la colocación de las defensas se habilitará una plantilla con triplay, la cual se colocará en la parte de la pantalla, ubicándola topográficamente de acuerdo a los planos de proyecto referentes a la ubicación de las defensas. Los elementos de fijación de las defensas se colocarán una vez que el acero de refuerzo de la pantalla haya sido colocado, estos elementos se soldarán al acero de refuerzo de acuerdo a las indicaciones que marcan los planos de la obra. Para el acarreo y su colocación se utilizará una grúa montada sobre camión de 15 t y apoyándose con una balsa de tambos para las maniobras.

II.6.5.9. Suministro y Aplicación de Recubrimiento Epóxico. Previo al hincado de los pilotes y posterior o durante el habilitado de los mismos, se llevará a cabo la aplicación de este recubrimiento, se colocará la tubería sobre banquillos que la sostendrán a una altura de aproximadamente 1.10 m de altura, de tal manera que se pueda tener acceso total a la franja alrededor del tubo que se necesita proteger; se estima que los banquillos podrán ser de 6.00 m de largo donde se podrán ubicar 6 tubos a la vez para este proceso.

Previo a la aplicación la franja que se impregnará con el producto, deberá ser limpiada la tubería lo más cercano a metal blanco (especificación del productor); la tubería será marcada alrededor líneas definiendo la zona de 2.30 m donde será aplicado el recubrimiento, prácticamente en la parte superior del pilote, tomando la parte superior como quedará hincado. El producto RE 32 consta de un elemento base y un convertidor que se

deben mezclar momentos antes de su aplicación, al ser una masa moldeable, se aplicará a mano.

La aplicación se irá realizando por etapas y dejando secar al menos una hora antes de aplicar la siguiente capa, hasta llegar al espesor marcado por el proyecto de 2.5 mm.

Al concluir la construcción de las estructuras de soporte se colocará el equipamiento a lo largo de la pasarela y en el muelle, incluyendo postes de alumbrado de 3.50 m de altura con lámparas led y señalización de seguridad.

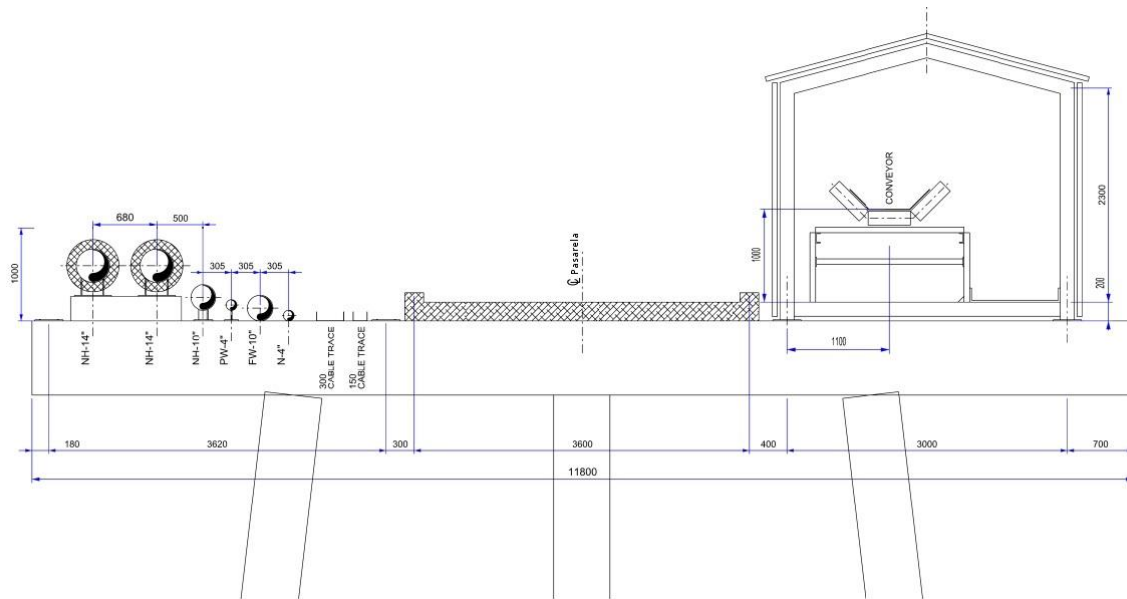


Figura II.16. Corte transversal de la pasarela y su equipamiento.

II.6.6. Construcción de duques de alba de amarre y de atraque.

La construcción incluye duques de alba de amarre y de atraque (Figura II.17 y Figura II.18) para el amarre de los barcos:

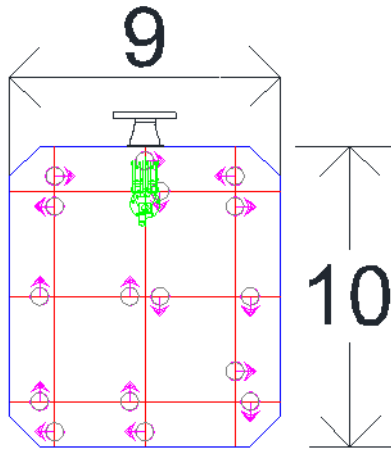


Figura II.17. Dimensiones de los duques de alba del proyecto.

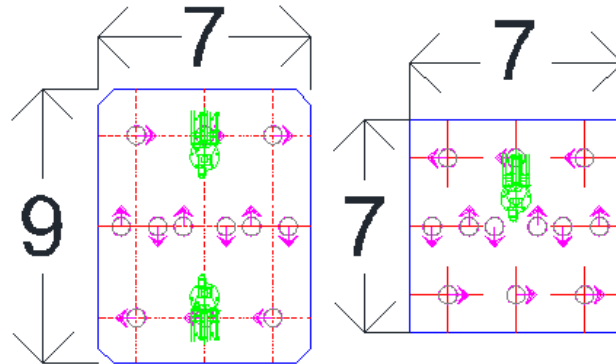


Figura II.18. Dimensiones de los duques de amarre del proyecto.

II.6.7. Plataforma de carga.

Mediante la construcción de la terminal portuaria de GPO se pretende aprovechar la salida al mar que tiene la zona del proyecto para exportar una parte de la producción de amoniaco y posteriormente exportar también urea. Estos productos llegarán hasta la plataforma de carga a través del amonioducto y de una banda transportadora, respectivamente. La Tabla II.14 presenta las coordenadas de la plataforma de carga. El centroide de la plataforma se encuentra aproximadamente en las coordenadas 697247.60 y 2832944.13 de la zona UTM 12. La visión de conjunto de muelle se presenta en el plano APTB-P-CONJUNTO del Anexo J.

La plataforma está diseñada para recibir de manera simultánea dos barcos, uno en cada lado, de un máximo de 235.00 m de eslora, calado de 12.30 m y 60,000 TPM de capacidad. Un lado de la plataforma cuenta con cuatro garzas para el amoniaco y el otro con una grúa móvil para la carga de urea y cuatro garzas. La plataforma incluye lo siguiente:

- Plataforma de carga de 182.06 m x 38.00 m.
- Duques de alba de amarre y de atraque.
- Pasarela de 12.30 m de ancho con acceso vehicular de 4.30 m, banda transportadora y ductos.

Tabla II.14. Coordenadas del sitio para la plataforma de carga.

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
1	697,249.7958	2'833,035.1512
2	697,275.4970	2'833,034.0449
3	697,267.6676	2'832,852.1533
4	697,241.9664	2'832,853.2596
5	697,243.5154	2'832,889.2463
6	697,231.2518	2'832,889.7742
7	697,233.9180	2'832,951.7168
8	697,246.1817	2'832,951.1889

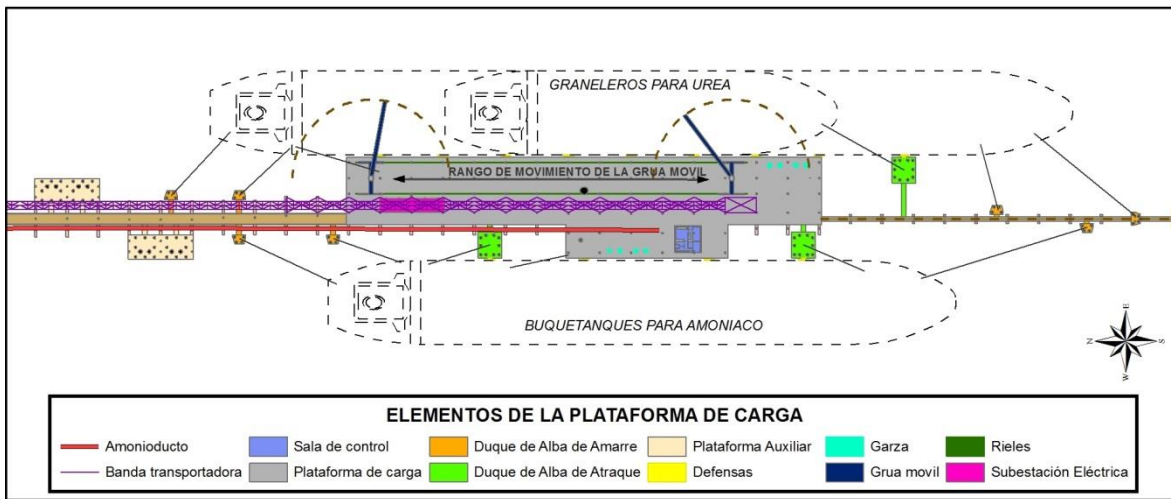


Figura II.19. Elementos de la plataforma de carga de la Terminal Portuaria GPO.

El equipamiento consta de defensas de patente TD 800H y sus accesorios de fijación y anclaje, con doble galvanizado por inmersión en caliente y elementos de fijación, para prevenir golpes de las embarcaciones contra el muelle.

La Figura II.20 y Figura II.21 muestran la grúa y la operación de carga de urea (la carga de urea es una actividad considerada para una segunda fase del proyecto).

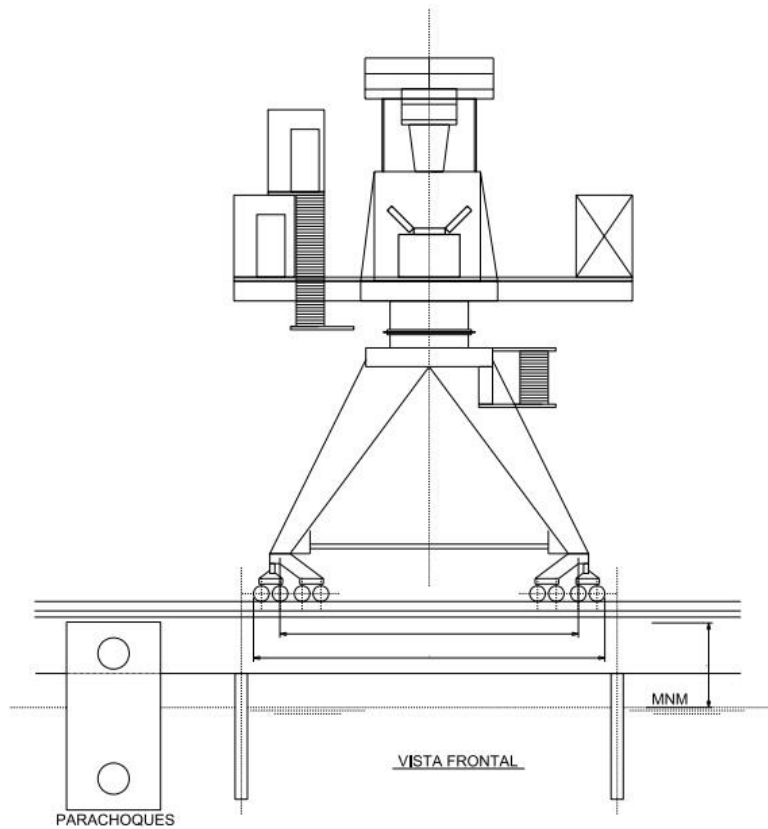


Figura II.20. Grúa móvil sobre rieles, en la plataforma de carga.

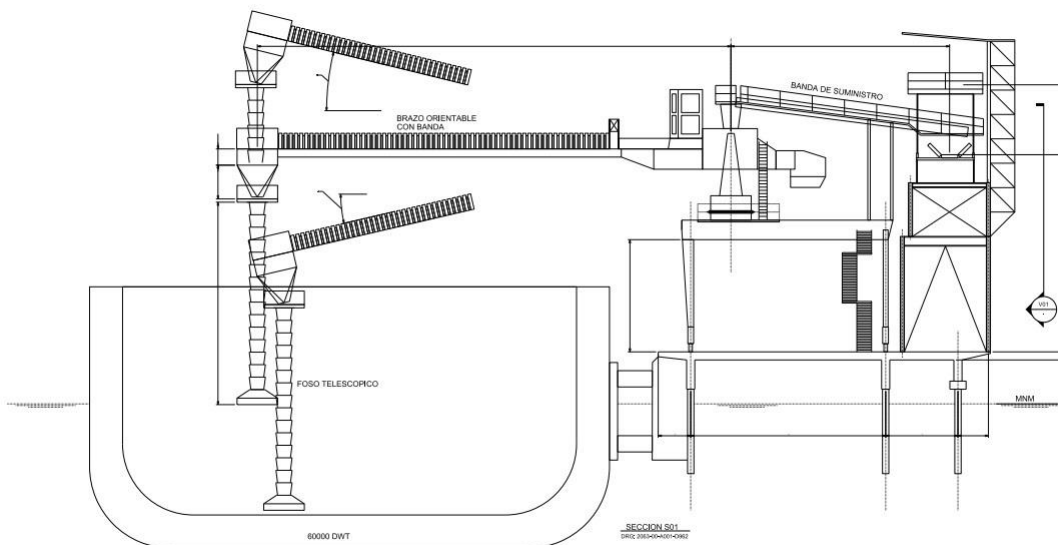


Figura II.21. Banda transportadora y grúa móvil para la carga de graneleros.

II.6.8. Edificio de control / Refugio de emergencia:

El edificio de control (Figura II.22) tiene unas dimensiones de 9.55 m x 9.55 m. Este edificio sirve también como refugio en caso de una emergencia.



Figura II.22. Croquis del edificio de control ubicado en la plataforma de carga.

El edificio de control alberga los servicios que se describen en la Tabla II.15.

Tabla II.15. Elementos que integran el edificio de control de la plataforma de carga.

Elemento	Cantidad	Superficie (m ²)
Cuarto de control	1	24.91
Corredor	1	4.38
Vestíbulo	1	1.80
Esclusa A	1	1.74
Esclusa B	1	1.97
Cuarto de equipos	1	5.57
Bodega	1	4.45
Sala para personal aduanal/agente naviero	1	14.54
Interruptores y ventilación/aire acondicionado (CV/AA)	1	9.55
Baño de hombres	1	4.47
Baño de mujeres	1	4.47
Equipo contra incendios	1	1.58

II.6.9. Subestación eléctrica.

Para establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica a los equipos que operan en la plataforma de maniobras se contará con una subestación eléctrica (Figura II.23). Su equipo principal es el transformador y el centro de control de motores con interruptores de tensión media y baja. La subestación se encuentra por debajo de la banda transportadora.

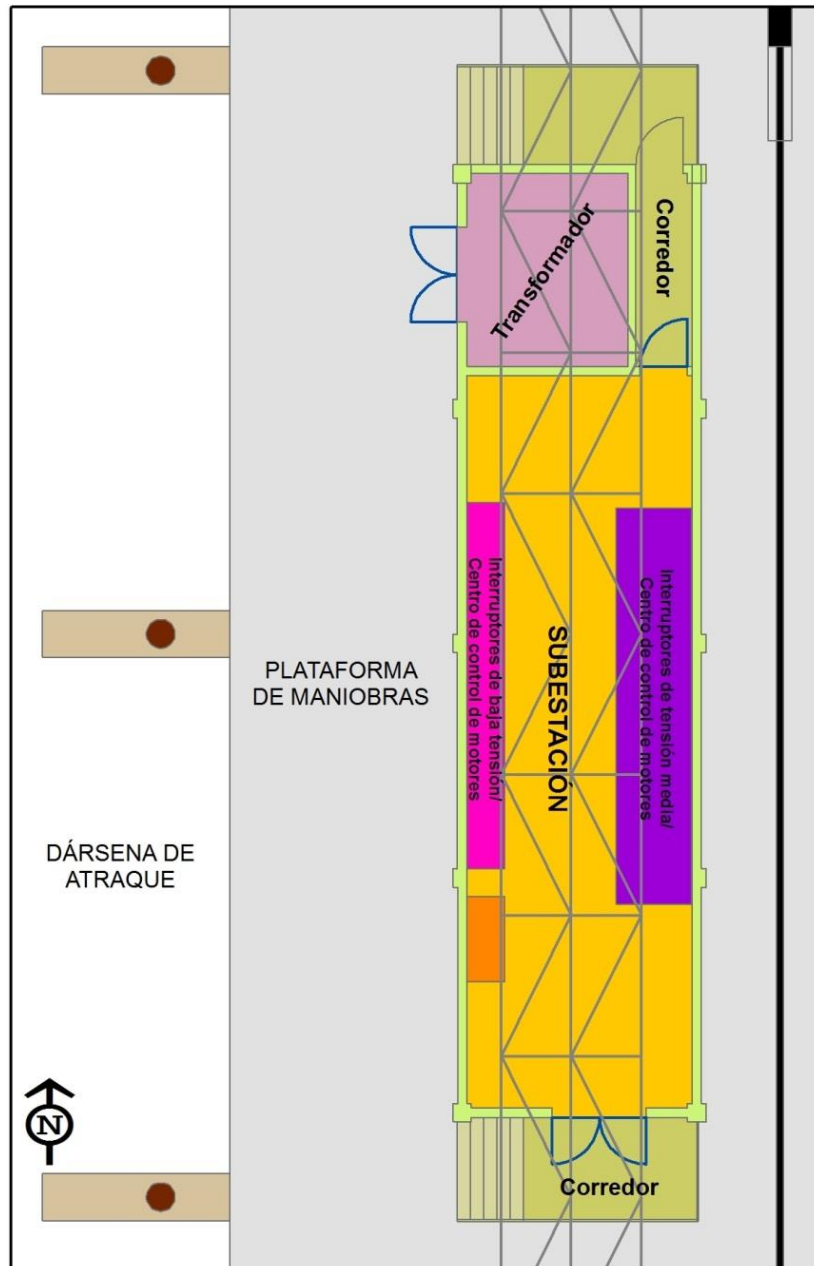


Figura II.23. Características generales de la subestación eléctrica.

II.6.10. Sistema de Ductos.

Paralelo a la pasarela y apoyado sobre los caballetes, se colocará el sistema de ductos que sirven para el transporte del amoniaco y para proveer otros servicios a la plataforma de carga de la terminal portuaria. La Figura II.24 presenta un corte transversal de los ductos. Los ductos de agua potable (PW), agua contra incendios (FW) y nitrógeno (N) iniciarán en el área de servicios de la planta de amoniaco (Figura II.25) y se incorporarán al punto más cercano del corredor del amoni ducto, a aproximadamente 70 a 80 m, para seguir después por la pasarela y hasta el muelle.

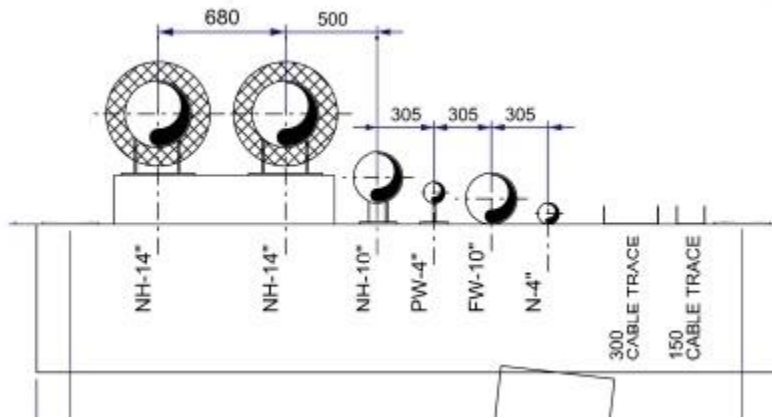


Figura II.24. Corte transversal del soporte de ductos en la pasarela.

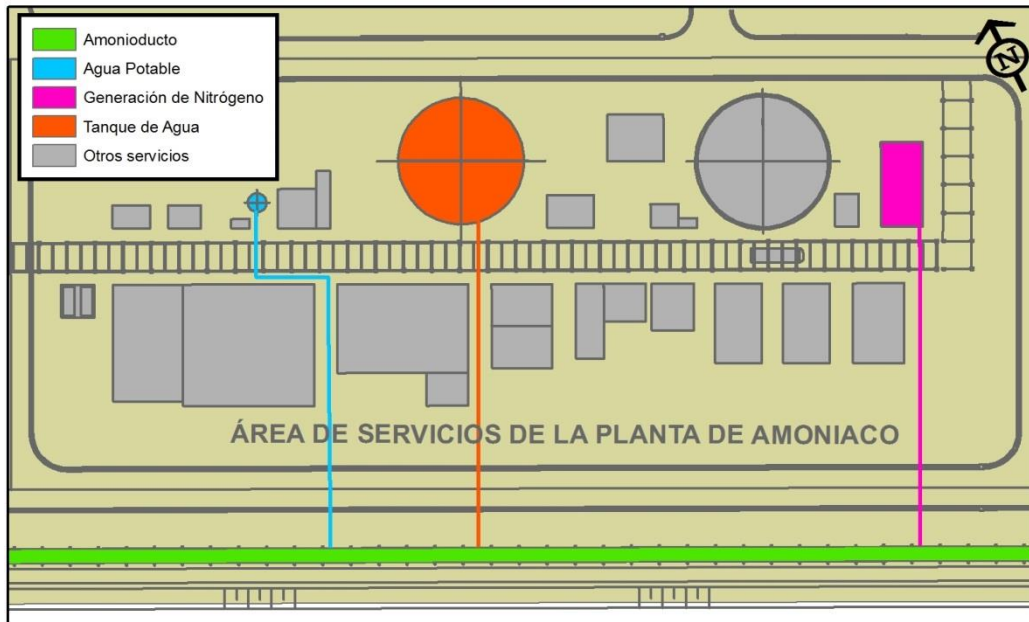


Figura II.25. Los ductos de agua y nitrógeno iniciarán en el área de servicios de la planta de amoniaco.

III.6.6.1. Amonioducto. Para transportar el amoniaco desde la planta hasta el muelle se construirán dos ductos de 14" (Figura II.26). Dichos ductos tendrán una longitud aproximada de 2,165 metros, iniciando en los tanques de almacenamiento. Además, habrá una línea de retorno de amoniaco, necesaria para el buen funcionamiento del sistema. La ruta de la línea de carga se encuentra en el Plano 2063-00-A010-D723S y 2063-00-A010-D724S del Anexo J.

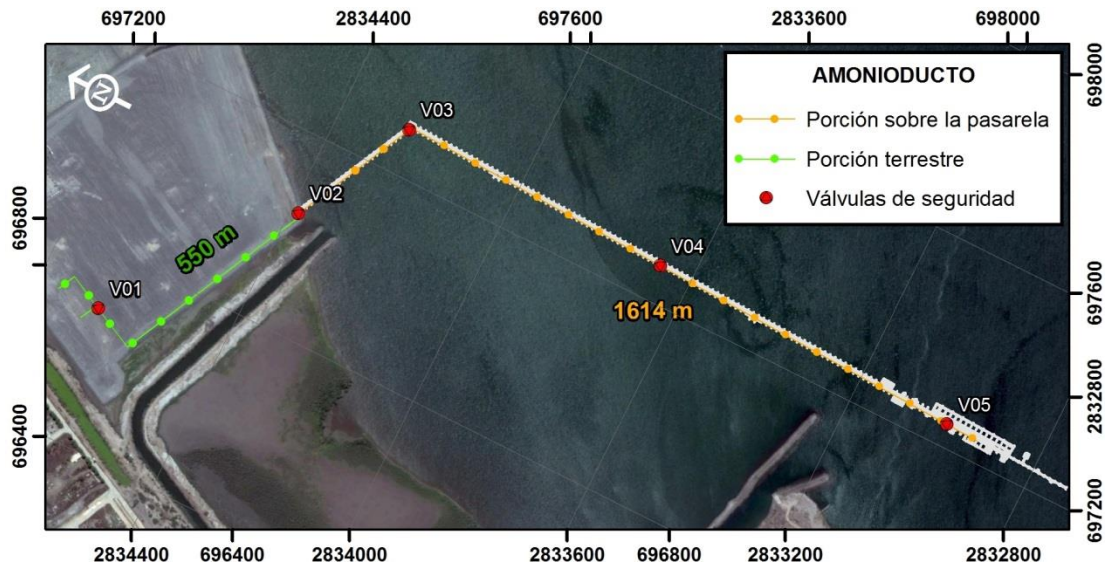


Figura II.26. Características de los ductos de amoniaco hacia el muelle.

La Tabla II.16 presenta los vértices del trazo del amonioducto, las cuales podrán variar ligeramente en el proyecto ejecutivo. Los vértices 01 a 07 se encuentran en la pasarela al muelle y los vértices 08 a 12 se encuentran en tierra.

Tabla II.16. Coordenadas de los vértices del trazo del amonioducto.

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
01	697,039.95	2,834,383.00
02	697,294.85	2,834,255.65
03	697,300.30	2,834,252.85
04	697,274.55	2,833,670.95
05	697,246.10	2,833,000.25
06	697,243.90	2,832,930.31
07	697,038.53	2,834,383.96
08	697,036.98	2,834,377.52
09	697,032.82	2,834,379.24
10	696,637.00	2,834,576.92
11	696,689.34	2,834,659.14
12 (V01)	696,682.45	2,834,662.80

La válvula V01 se encuentra en el vértice 12, donde se el amonioducto se conecta al sistema de distribución de los tanques de almacenamiento. Las coordenadas podrían variar ligeramente en el proyecto ejecutivo, pero manteniéndose en el corredor de 2 m del amonioducto.

En la porción de los ductos que se encuentra en el terreno de la planta de amoniaco estos estarán sobre durmientes a una altura de 0.26 m (Figura II.27). Estos ductos se conectan al sistema de distribución de los tanques de almacenamiento de amoniaco y llegan hasta donde principia la pasarela, donde inicia el soporte sobre los caballetes. Para la construcción del amonioducto en la porción terrestre del trazo se consideran las siguientes actividades:

- **Carga, acarreo y descarga de tubería.** Se llevará a cabo la carga de tubería de acero desnudo a la plataforma del remolque y posteriormente la descarga al derecho de vía. Así mismo, se acarrearán los materiales anticorrosivos a aplicar a la tubería y todo el equipo necesario.

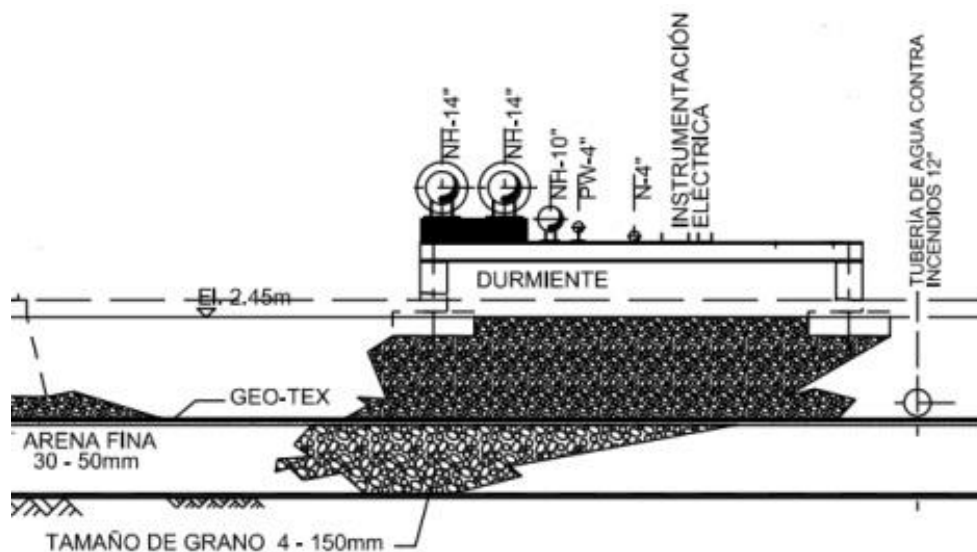


Figura II.27. Corte del sistema de ductos en la porción en tierra.

- **Tendido de tubería.** Selección de la tubería, acomodo cercano al durmiente cuidando que los tubos no sufran daños, alineación y separación entre los tubos de acuerdo a especificaciones; punteo de tubería manteniéndola fija y utilizando los electrodos indicados en las especificaciones.

- **Alineado y soldado de tubería.** Dado que la topografía del terreno donde se colocará el amonioducto es llana y no presentará elevaciones, debido al relleno por donde va el corredor de servicios no serán necesarios los dobleces a la tubería. Sin embargo, se llevarán a cabo las siguientes actividades: alineado y soldado de la tubería de acuerdo a las especificaciones y procedimientos establecidos para el contrato de construcción de obra.
- **Cimentación de zapatas para el durmiente.** Las cimentaciones de las zapatas se realizarán a base de concreto reforzado. Las distancias serán de aproximadamente 10 m.
- **Instalación y montaje del durmiente.** Se colocará estructura metálica sobre las cimentaciones.
- **Racks sobre el corredor.** Se instalarán estructuras de acero. La distancia entre éstas será de 4 m.

Para todo el trazo del amonioducto (incluyendo la porción terrestre y la porción sobre la pasarela) se realizarán las siguientes actividades:

- **Inspección y prueba de soldaduras.** Se realizarán inspecciones y pruebas a las soldaduras de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SECRE-2010 o códigos – estándares aplicables al proyecto.
- **Reparación de soldaduras.** Los criterios de aceptación o rechazo de una soldadura visualmente inspeccionada o inspeccionada con cualquier método de prueba no destructiva se determinarán de acuerdo a lo establecido en la normatividad del proyecto.
- **Limpieza exterior.** Las paredes externas de la tubería se limpiarán para eliminar restos de grasa, pintura y aceite, recubrimientos de fábrica y oxidación, las cuales se realizarán de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

- **Prueba dieléctrica del recubrimiento.** Se aplicará un detector de fallas (detector Holiday) sobre la superficie del recubrimiento de la tubería para localizar posibles grietas, burbujas y poros, entre otras fallas.
- **Prueba hidrostática.** Esta se llevará a cabo con la finalidad de detectar cualquier posible fuga. Una vez llena la línea, se conecta la bomba de alta presión al sistema de agua potable de la planta hasta alcanzar 1,5 veces la presión de operación durante un período de 24 horas de manera continua sin que baje la presión indicada. En caso de que se detecten fugas, se extrae el agua y se seca la línea, previo a la corrección de la fuga. Una vez terminada la prueba hidrostática, se procede a desalojar el agua de la tubería, incorporándola al sistema de agua contra incendios, sin descargas al medio natural ni desperdicio de agua potable.
- **Limpieza interna.** La limpieza interna de la tubería se realizará pasando varias veces los diablos de limpieza o mediante una limpieza química.
- **Señalización de seguridad.** Aunque el amonioducto se encuentra en su totalidad dentro de las instalaciones de GPO, con el propósito de evitar posibles accidentes debido a factores ajenos a la operación bajo condiciones normales (excavaciones, impactos físicos, etc.), se instalarán sobre el trazo y en las instalaciones de todo el ducto, los señalamientos necesarios para localizar e identificar dicha tubería y reducir la posibilidad de daños. Estas señales serán de tipo informativo, preventivo y restrictivo.
- **Protección catódica.** En caso de ser necesaria la protección catódica (sistema de ánodos de sacrificio o sistema de corriente impresa), se definirá durante la ingeniería de detalle.

II.6.11. Banda Transportadora.

La Tabla II.17 presenta las coordenadas del trazo de la banda transportadora para uso en el futuro, que se instalará en la pasarela y hasta la plataforma de carga. Dichas coordenadas podrían tener una ligera variación en el proyecto ejecutivo. En general, los transportadores para la urea deben ser diseñados para transferir urea granulada hasta la estación de carga de barcos. Como base para el diseño de las unidades de transportador que se emplearán en el proyecto se consideraron los criterios descritos abajo.

Tabla II.17. Coordenadas del eje de la banda transportadora hasta la plataforma de carga.

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
1	697,049.97	2,834,384.04
2	697,293.85	2,834,262.24
3	697,308.57	2,834,255.48
4	697,308.44	2,834,249.03
5	697,265.61	2,833,253.95
6	697,261.95	2,833,169.43
7	697,257.88	2,833,049.53
8	697,251.66	2,832,894.74

Las características de los transportadores, tales como tamaños, capacidades, longitudes, alturas de transporte, etc., y en cualquier caso las características del equipamiento van a satisfacer los requerimientos del sistema de procesamiento. La selección de todas las tensiones relacionadas con los componentes del transportador están basadas en las tensiones de funcionamiento usando la potencia nominal del motor. Todos los bastidores de las poleas son ensamblajes estructurales rígidos, capaces de absorber las tensiones de trabajo máximas y de mantener la alineación de los cojinetes bajo cualquier circunstancia operacional.

Todos los transportadores y sus tolvas de trabajo asociadas, se diseñan de tal forma que en condiciones de parada de emergencia, con cintas a plena carga, el diferencial de movimiento de transportadores subsiguientes no permitirá el llenado de la tolva de trabajo por encima de las puertas de inspección.

Los accionamientos de las cintas transportadoras se diseñan para iniciar los transportadores a plena carga con tolvas de carga llenas, desde una parada de emergencia. El diseño de los transportadores tendrá en cuenta la parábola de descarga de la urea durante la descarga.

El ángulo de contacto de la polea de accionamiento y los contrapesos serán elegidos de tal forma que durante el inicio no ocurra ningún deslizamiento, incluso a plena carga o durante el frenado en similares circunstancias. Se ha previsto radios cóncavos en el sistema de cintas transportadoras para que no se presente ninguna elevación de la cinta de los rodillos cuando el transportador se inicia en vacío.

II.6.12. Sistema Contra-Incendio.

Gas y Petroquímica de Occidente S.A. de C.V. (GPO) obtuvo la autorización por parte de la Dirección General de Impacto y Riego Ambiental de acuerdo al oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03576 de fecha 21 de abril de 2014, para el proyecto "Planta de Amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, Sinaloa", por lo que el sistema contra incendio (SCI) se integrará al que se describió en dicho informe. Se presenta a continuación la descripción del SCI. La ubicación de equipos contra incendio se presenta en el plano 2063-00-A010-D725S del Anexo J.

II.6.12.1. Detección de Gas y Fuego. El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF) será diseñado e instalados para detector humo y fuego, así como gases inflamables y/o tóxicos tanto en las secciones operadas manualmente como en las automáticas, conforme indique el Plan de Seguridad de la Planta. Los componentes que tendrá, son:

- Sensores/monitores/detectores montados en campo, con cajas de activación manual con vidrio de ruptura, cornetas para alarmas audibles y luces de visualización.
- Gabinetes de equipo dentro del cuarto de gabinetes del sistema.
- Un panel de visualización sinóptica, dentro del cuarto principal de control, que incorporara una representación gráfica de la planta.

- Si el hardware del Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) y el SDGyF, son del mismo tipo, es factible contar con una terminal de usuario compartida (Figura II.28).

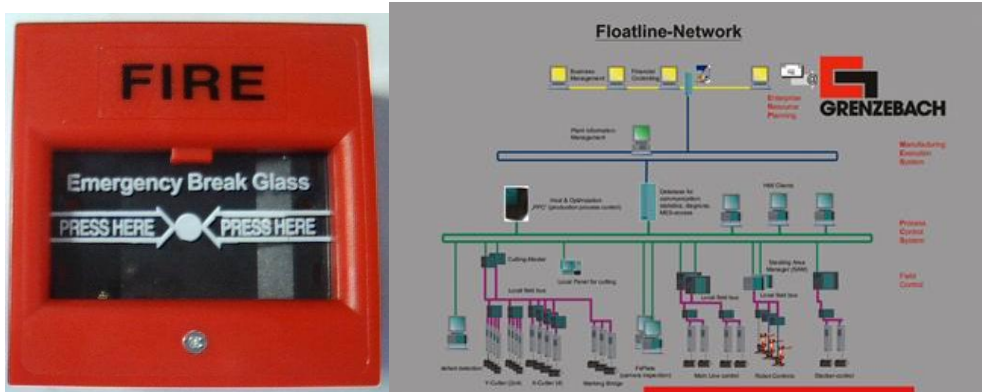


Figura II.28. Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF).

El Sistema de Detección de Gas y Fuego será de diseño pasivo, para que no cuente con capacidad de respuesta automática en otros equipos. Las alarmas señaladas en la pantalla sinóptica, serán repetidas en el SCD con el propósito de contar con un registro de las mismas. Todas las acciones, por tanto, que sean requeridas, deberán ser realizadas por el operador. El operador tendrá un tablero con activador de alarmas sonoras, botones de paro de alarmas claramente señaladas, la activación del sistema *deluge*, la sirena de alarma principal y otros sistemas de supresión de fuego requeridos.

De igual manera, en el panel de visualización sinóptico, deberán indicarse la velocidad y dirección del viento, quedando instalados sus sensores en la parte superior del techo del cuarto de control.

El Sistema de Detección de Gas y Fuego deberá ser energizado normalmente por la fuente de suministro de la planta, contando con una fuente de energía ininterrumpible (UPS) y un sistema de respaldo de energía, con capacidad de 24 hr. Cuando el UPS no esté disponible, este sistema de respaldo, debe ser capaz de mantener energizado todos los elementos del SDGyF, incluyendo enlaces de comunicación con el Sistema de Control Distribuido (SCD) y cualquier otro equipo, como el panel sinóptico de visualización y todos los dispositivos remotos y locales de E/S.

II.6.12.2. Sistema de Detección de Fuego en Edificio. Se instalará un sistema de detección de fuego en el edificio de control localizado en la plataforma de carga, que operará esté o no ocupado por personal operativo. Este sistema será diseñado para detectar humo y fuego a lo largo del amonioducto, a través de sistemas de comunicación seriales y/o por cableado.

Todas las alarmas podrán visualizarse también en un panel localizado en la entrada del edificio de control localizado en la Planta de Amoniaco y su localización será mostrada en una pantalla sinóptica básica (una representación básica impresa o gráfica del edificio, señalando cada zona). Todas las alarmas serán direccionadas al SCD para su registro y análisis.

Este sistema de detección de fuego, estará conformado por los elementos siguientes:

- Panel de Control de Fuego.
- Puntos manuales de accionamiento de Alarmas.
- Detectores Automáticos de Fuego.
- Detectores de Calor.
- Detectores de Humo.
- Bocinas.
- Luces de visualización (Figura II.29).



Figura II.29. Sistema de detección de fuego.

II.6.12.3. Área de tanques, de tuberías y Terminal Portuaria. Se instalarán detectores de humo y fuego del tipo óptico a lo largo del corredor de ductos, donde estos presenten una congestión importante y donde existan bridas y válvulas.

Cerca del área de tanques de almacenamiento se instalarán puntos manuales de accionamiento de alarmas, al igual que a lo largo del corredor de ductos y de la Terminal Portuaria, con acceso fácil a los operadores. De igual manera, este sistema no tendrá acción automática en otros componentes o equipos. Todas las alarmas del SDGyF se mostrarán en el panel de Detección de Gas y Fuego y su ubicación mostrada en una pantalla sinóptica (impresa o pintada, con la representación de las áreas de la planta de proceso y de la Terminal Portuaria). Las alarmas serán registradas en el SCD para su registro y análisis, todas las acciones requeridas para atender la alarma, serán ejecutadas por el operador.

II.6.12.4. Sistema de Tierras. El sistema de tierras de protección, se instalará conforme a las especificaciones correspondientes. Todo el equipo eléctrico, operando por arriba del nivel de voltaje considerado bajo, debe ser protegido contra fugas de corriente. Para esto, todas las instalaciones hacia los usuarios, deben incluir una terminal de tierra o equivalente, conectado al sistema de tierras físicas, como se indica:

- Conexión a tierra de los enchufes.
- Conexión a tierra del embobinado secundario y de la carcasa del transformador.
- Metal expuesto de aparatos y equipos.
- Toda la estructura metálica asociada con sistemas de cableado, rejillas, canaletas, blindajes, conduits y cajas de conexión.

Para la conexión del cable de tierras a los electrodos de acero inoxidable, se utilizarán tuercas, arandelas y tornillos del mismo material. Todas las demás formas de conectar el sistema de tierras en el resto de la planta, debe hacerse por mordazas, empalmes, tuercas y tornillos de materiales no ferrosos y/o materiales cadminizados. Nunca se utilizará material galvanizado.

Se deben instalar el número de electrodos a tierra, interconectados, de manera que la resistencia no exceda 1.0 ohm. Todos los electrodos, deberán tener un registro de inspección y prueba y solo se permite una conexión por electrodo. El número de registros se determinará en la etapa de ingeniería de detalle.

Tanto la estación de recepción de energía y la zona de transformadores, deberán contar con tapetes dieléctricos, de manera que se asegure que al pisarlos, cualquier voltaje presente esté limitado a valores seguros.

II.6.13. Señalización para la navegación:

Las señales marítimas, tienen como finalidad proporcionar a los navegantes los medios adecuados para que puedan seguir su desplazamiento de puerto a puerto por la ruta más adecuada.

Siguiendo la recomendación del Manual de Dimensionamiento Portuario, los criterios de la Asociación Internacional de Señalización Marítima y siguiendo la línea del señalamiento existente y compilado en el Cuaderno de Faros del Pacífico, emitido por la S.C.T. en el año 2016, se propone la siguiente señalización marítima para la infraestructura marítima de la Terminal Portuaria GPO, cuya ubicación se presenta en la Tabla II.18 y en la Figura II.30. El plano APTB-SM-PG-01 del Anexo J presenta la señalización marítima.

Tabla II.18. Señalamiento marítimo.

Nombre	Latitud N	Longitud W	Información/ Característica luminosa	Altura de plano focal (m)	Alcance geog. (MN)	Alcance lumin. (MN)	Datos complementarios
BV#1	25° 35' 48.9"	109° 02' 28.7"	Boya No. 1 Canal de acceso a bahía Ohuira Posición propuesta A cargo de tercero GPO 1 D.V. Periodo 3.0 s Luz: 0.5 s. Eclipse: 2.5 s.	2.29	5.00	5.00	Boya cilíndrica. Poliétileno. Altura de 2.90 m, plano focal 2.29 m. Color verde. Diámetro de la linterna de 140 mm. Sistema de energía fotovoltaico. Marca de tope: cilindro verde.
BV#2	25° 35' 44.3"	109° 02' 28.4"	Boya No. 2 Canal de acceso a bahía Ohuira Posición propuesta A cargo de tercero GPO 1 D.R. Periodo 3.0 s Luz: 0.5 s. Eclipse: 2.5 s.	2.29	5.00	5.00	Boya cilíndrica. Poliétileno. Altura de 2.90 m, plano focal 2.29 m. Color rojo. Diámetro de la linterna de 140 mm. Sistema de energía fotovoltaico. Marca de tope: cono rojo.

Tabla II.18. Señalamiento marítimo.

Nombre	Latitud N	Longitud W	Información/ Característica luminosa	Altura de plano focal (m)	Alcance geog. (MN)	Alcance lumin. (MN)	Datos complementarios
BV#3 BALIZA DE LA TERMINAL POTUARIA GPO	25° 35' 55.4"	109° 02' 09.7"	Baliza Muelle GPO Muelle GPO (Cabecera sur) Posición propuesta A cargo de tercero: GPO 1 D.B. Periodo 2.0 s Luz: 1.0 s Eclipse: 1.0 s	3.90	5.00	5.00	Baliza de enfilación. Metal. Altura de 3.90 m, plano focal 3.90 m. Color blanco. Diámetro de la linterna de 155 mm. Ubicada en el Puerto Topolobampo.

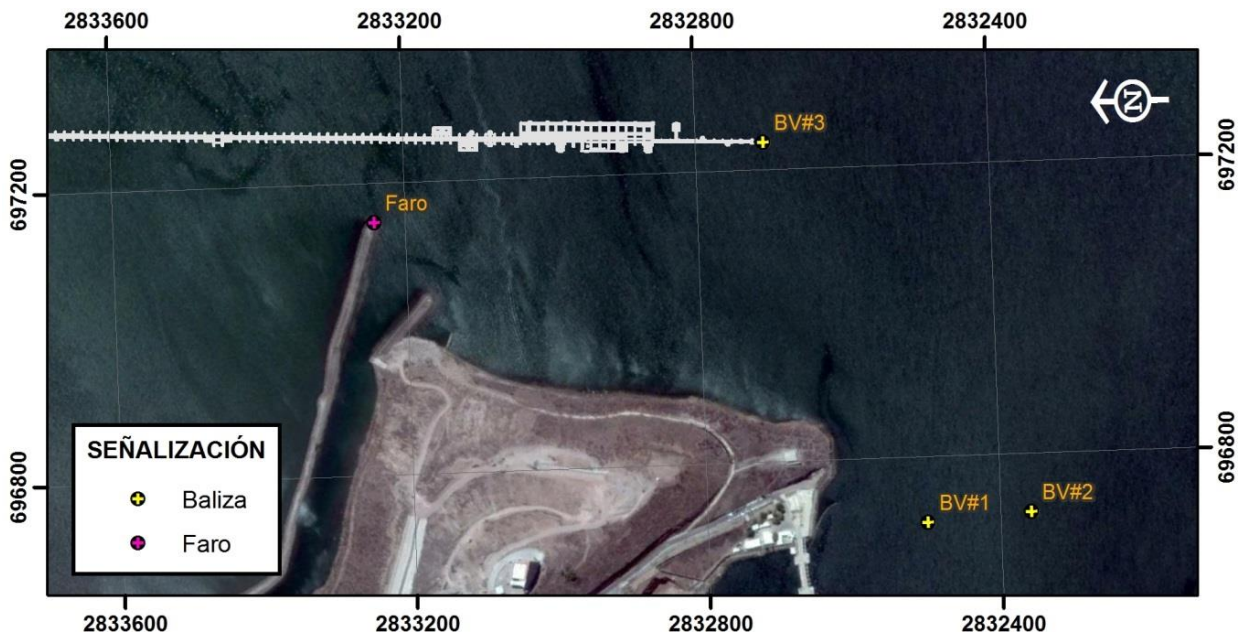


Figura II.30. Ubicación de la señalización para la navegación.

II.6.14. Control de los sedimentos resuspendidos.

Durante los dragados y el hincado de pilotes se utilizarán barreras para controlar la dispersión del material resuspendido. Las barreras antiturbidez serán elementos de flotación unidos a una cortina geotextil con las especificaciones recomendadas para su uso en áreas donde se realicen trabajos de obra civil en aguas protegidas y con poco oleaje (puertos, astilleros, presas, etc.). En este caso, las condiciones en la Bahía de Ohuira son favorables para el uso de este tipo de barreras.

Se compone de una barrera flotante de contención y una cortina antiturbidez inferior. La barrera de contención retiene líquidos y sólidos en toda su altura y la cortina antiturbidez deja pasar líquidos, pero no sólidos.

Gracias a su bajo peso pueden ser desplegadas y manipuladas desde barcos y muelles de manera fácil. Por otro lado, su mantenimiento y limpieza son muy sencillos y su efectividad suele ser alta. La Figura II.31 muestra un ejemplo de la operación de una de estas barreras.



Figura II.31. Ejemplo de la operación de una barrera antiturbidez.

II.7. Etapa de Operación.

En México no existe una normatividad específica para el transporte de amoniaco. Las siguientes reglas son aplicables en Europa al transporte de amoniaco y algunos de sus elementos relevantes están incluidos en el diseño del proyecto:

GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn (FRG)
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße (FRG)
RID	Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Europa).
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Europa).
ADNR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par navigation sur le Rhin (Europa).
IMDG	International maritime dangerous goods code.

II.7.1. Transporte de amoniaco por ducto.

El amonioducto operará a una presión máxima de 10 kg/cm² (142 Psi). Iniciará su recorrido en el área de tanques almacenamiento de la planta y concluirá en las instalaciones de carga de la terminal.

El ducto para el amoniaco requiere de dos juegos de válvulas de doble bloqueo, tanto para el tanque de amoniaco de la planta como para la conexión al buque tanque. En todo momento uno de los dos juegos de válvulas debe de estar abierto ya que de lo contrario el NH₃ refrigerado podría expandirse y dañar el ducto.

Se tendrá una válvula de seguridad para evitar presiones críticas, la cual será dirigida a un sitio seguro (por ejemplo, hacia el propio tanque de almacenamiento). Las válvulas para aislar secciones podrán operarse de forma remota. Los sistemas remotos de control deben diseñarse de manera que se activen en caso de falla cuando ocurra una pérdida de energía.

Las válvulas de aislamiento estarán instaladas a intervalos tales que se pueda limitar el escape de amoniaco en caso de una fuga en los ductos. La distancia entre válvulas debe basarse en el análisis de posibles consecuencias considerando factores como la proximidad y densidad poblacional, condiciones ambientales, características de los ductos (p.ej. espesor de tubería, diámetro, material frecuencia de inspección), presión y temperatura del amoniaco, condiciones climáticas y topografía.

Tabla II.19. Coordenadas para la colocación de las válvulas de seguridad del amonioducto.

No.	Coordenadas UTM (Zona 12, WGS84)	
	X	Y
V01	696,682.45	2,834,662.80
V02	697,039.95	2,834,383.00
V03	697,294.85	2,834,255.65
V04	697,274.55	2,833,670.95
V05	697,246.10	2,833,000.25

Se debe tomar en cuenta que cada interrupción en la línea, como pueden ser las válvulas y bridas, es por sí misma una fuente potencial de fuga. Por lo tanto, el número de accesorios debe reducirse en lo posible. De preferencia, dichos accesorios deben estar soldados en lugar de acoplados.

En Estados Unidos la práctica común cuando se trata de líneas de amoniaco líquido extensas es instalar válvulas de aislamiento a intervalos tales que el volumen que pueda liberarse entre dos válvulas se limite a 400 toneladas (Appl, 1999)². En áreas más pobladas de la Unión Europea estos volúmenes, con base en los análisis de consecuencias ya mencionados, se encuentran entre 10 y 225 toneladas (Product Stewardship, 2013). Sin embargo, en este caso toda la longitud del amonioducto está dentro de las instalaciones de la empresa y fuera de zonas pobladas y por lo tanto es conveniente reducir el número de válvulas, ya que como se mencionó anteriormente, estas son también puntos débiles en los ductos de transporte.

² Max Appl, Ammonia, first Edition, January 1999, page 219-220.

En particular, considerando una densidad del amoníaco líquido a -33°C de 682 kg/m^3 y sin ninguna válvula en la longitud total del amonioducto del proyecto, el volumen contenido en el ducto sería de 146.64 toneladas (Tabla II.20). Con una válvula al inicio de la pasarela se podrían aislar tramos con volúmenes entre 37.25 y 109.39 toneladas. Las dos válvulas adicionales en el tramo sobre la pasarela reducen aún más los volúmenes y los riesgos.

Tabla II.20. Volumen de amoníaco líquido en secciones del amonioducto.

Tramo	Longitud del tramo (m)	Volumen (m^3)	Masa en el tramo (kg)	Masa en el tramo (Ton)
Tramo A (tierra)	550.00	54.62	37,253.02	37.25
Tramo B (pasarela)	1,615.00	160.39	109,388.41	109.39
Longitud Total	2,165.00	215.02	146,641.43	146.64

El amoníaco debe enfriarse para que se mantenga en estado líquido. Por esta razón, la línea de conducción debe estar aislada y se debe garantizar permanentemente la circulación de un flujo refrigerante; de lo contrario existe la posibilidad de que el amoníaco se evapore y deba ser refrigerado nuevamente (generando un consumo adicional de energía). Asimismo, las líneas aisladas de NH_3 que se calienten requieren de válvulas de seguridad (las cuales en ningún caso descargarán hacia la atmósfera). La temperatura del flujo de NH_3 será monitoreada con un indicador de temperatura.

En este caso, el amoníaco mismo actúa como un refrigerante y no hay otro medio de enfriamiento que esté involucrado en el proceso. El amoníaco líquido frío (-33°C) se hace circular desde el tanque a través de las líneas de carga para mantenerlas frías. El ducto tiene una capa aislante de espuma de poliuretano de 4" y finalmente se lo protege con una hoja de aluminio.

En las líneas hacia el muelle y de vuelta al tanque de amoníaco se evaporará una parte debido al calor. Estos vapores junto con el líquido se envían de vuelta al tanque donde se separan el uno del otro. El amoníaco líquido se envía de vuelta al tanque de almacenamiento para mantener el tanque refrigerado y para evitar la pérdida de producto.

El sistema de refrigeración de amoníaco se basa en un sistema convencional para cambiar el amoníaco entre sus diferentes estados. Al cambiar el estado del gas, el sistema también cambia su temperatura y la cantidad de calor que lleva. El compresor,

por ejemplo, hace que el gas se caliente y aumente su presión (a un máximo de 17.5 bar), lo que le permite mantener grandes cantidades de calor. El condensador cambia el gas a un líquido, permitiendo que se pierda parte de su calor en el proceso, mientras que el dispositivo de expansión convierte el líquido nuevamente en un gas frío, liberando la mayor parte del calor que contenía.

La unidad que se utilizará en la planta consiste en un compresor centrífugo, dos compresores de intercambio de enfriamiento, un condensador de refrigerante, un receptor de refrigerante y evaporadores. El sistema provee enfriamiento para el producto final así como la carga de refrigerante para el gas de compensación y el intercambiador de inicio del bucle de síntesis. El sistema está diseñado para enfriar el amoníaco a -33 °C. Una característica única de este diseño es que el propulsor del compresor se comparte con el compresor del gas de síntesis, por lo que su método de control básico es a través del acelerador de succión.

En caso de que ocurriera un corte de la energía en el barco donde se esté cargando el amoníaco, este se evapora parcialmente. Por razones de seguridad los vapores de amoníaco serán redirigidos a la planta (por el ramal de vapor). Las medidas de seguridad incorporadas en el diseño y los posibles riesgos de la operación del amonioducto se analizan en el estudio de riesgo Nivel 0 que acompaña este documento.

II.7.2. Carga de amoníaco en barcos.

II.7.2.1. Aspectos generales. El producto llegará hasta el muelle a través del amonioducto ya descrito. Ahí se contará con una instalación para la carga del producto con lo siguiente:

- La superficie necesaria para la operación óptima y grúa hidráulica (garza) de carga de amoníaco líquido y de retroceso de vapor de amoníaco, hacia los buques tanque.
- Sistema de acople flexible y manifold.
- Las líneas de transporte de amoníaco que llegan de 14" se reducen al conectarse con la grúa hidráulica a 12" y carga al buque tanque con garzas de 12" con una capacidad de flujo de 1200 t/h.
- La línea de retroceso de vapor de amoníaco al conectarse con la grúa hidráulica reduce de 10" a 8".

- Una bomba para el regreso del vapor de amoniaco, hacia el sistema de refrigeración de amoniaco.

La terminal podrá recibir buques tanque de hasta 60,000 toneladas de capacidad. Dichos buques ingresarán desde la bahía de Topolobampo a la de Ohuira con protocolos de seguridad compatibles con los empleados actualmente en la API-Topolobampo y la terminal portuaria de PEMEX. Los datos de diseño son los siguientes:

- Tonelaje de peso muerto (TPM) de 60,000 t.
- Desplazamiento de 80,000 t.
- Calado de 12.3 m.
- Manga de 33.3 m.
- Eslora de 235.0 m.

Las instalaciones para la carga de amoniaco tendrán una capacidad aproximada de 1,200 toneladas métricas por hora. La frecuencia esperada de los buques tanque será de acuerdo a la demanda y el tamaño de los barcos.

II.7.2.1. Aspectos Importantes antes de la Carga. Una vez que se confirma la hora estimada de llegada (E.T.A.) del buque, la siguiente lista de comprobación debe verificarse al menos 24 horas antes del comienzo de las operaciones de carga.

1. Comprobación funcional de la garza (o MLA por Marine Loading Arm).
2. Lista de comprobación del equipo de seguridad.
3. Envío Información del Buque/Usuario al Operador de la Terminal (antes de la partida). Cuando el Buque parta del su puerto de origen informará al Operador de la Terminal por correo electrónico o algún otro medio acordado lo siguiente:
 - Fecha y hora de partida.
 - Día y Hora estimada de llegada (E.T.A.) a la Terminal.
4. Comunicación Buque-Operador del Terminal.

Tan pronto sea detectada, el Capitán del Buque dará parte de cualquier circunstancia que surja y que pueda variar el E.T.A. programado.

Todos los cambios operativos realizados a bordo que puedan afectar a las operaciones de carga al llegar a la terminal se comunicarán por correo electrónico o algún otro medio acordado, tan pronto como sea posible.

La comunicación Terminal-Buque debe ser continua, debiendo existir medios de comunicación de reserva en caso de fallo. En la correspondiente Instrucción Operativa de Seguridad Interfase Buque-Terminal se detallarán los medios utilizados en cada caso.

El idioma usado en la comunicación será acordado entre ambas partes, pudiendo ser el español o el inglés.

5. Envío de e-mail al Operador del Terminal (24h antes de la llegada). El buque indicará mediante correo electrónico o algún otro medio acordado al Operador del Terminal el E.T.A, 24 horas antes de la llegada del buque al punto de abordaje del práctico.
6. Operaciones para garantizar los parámetros de Presión y Temperatura adecuados previos a la carga.
 - Previa entrada al puerto, se habrán realizado las operaciones pertinentes para garantizar que los parámetros de presión en tanques y temperatura en las líneas y el manifold de carga del buque no requieran el venteo de gas a atmósfera, de manera que la carga se desarrolle de manera ágil y eficiente, evitando retrasos.
7. Operaciones de amarre.
 - El amarre del buque se realizará bajo las instrucciones del Capitán del Buque asistido por el práctico, siempre conforme a la configuración de amarre consensuada en el estudio previo de compatibilidad del buque.
 - El acceso al Buque se hará de manera segura, una vez que el mismo se encuentre amarrado adecuadamente y el Capitán lo haya autorizado. En este proceso se seguirán las prescripciones de la correspondiente Instrucción Operativa de Seguridad Interfase Buque-Terminal.

- Antes de iniciar la carga, se efectuarán las comprobaciones necesarias que aseguren que el sistema de comunicación funciona correctamente.
8. Lista comprobaciones / Reunión previa al comienzo de operaciones.
- Se celebrará un pre-meeting entre el Buque y el Operador del Terminal, en la que se fijan los parámetros y condiciones de carga, y en la que se realiza la Lista de Comprobación de Seguridad Buque-Terminal contenida en la Instrucción Operativa de Seguridad Interfase Buque-Terminal. Dicho listado permite comprobar que todos los sistemas de control, de emergencia, de cierre y sistemas de alarma funcionan correctamente.
 - La Instrucción Operativa de Seguridad Interfase Buque-Terminal será entregada al Buque, quedando una copia en la Terminal y otra en el Buque.
 - Lista de comprobación funcional de precarga. El operador en turno debe completar la lista de comprobación antes de la carga de amoníaco, mientras no haya buques junto a la Plataforma de Carga. Para esto debe:
 - Asegurar un adecuado nivel de aceite en el depósito de aceite del sistema hidráulico para la garza.
 - Encienda el interruptor de llave y confirme que hay energía eléctrica disponible en la unidad hidráulica y que la consola de la garza se active.
 - Asegure que la presión en la garza de carga es inferior a 7 psig, haciendo lo siguiente:
 - Apagar la bomba recirculante.
 - Abra completamente las válvulas de flujo en la línea de recirculación dependiendo si el tanque está siendo distribuido.
 - Abra la válvula en la línea de líquido de la garza.
 - Abra la válvula de 1.5" en la línea de enfriamiento y despresurice la garza de vuelta a los tanques de almacenamiento. Confirme que la presión de carga en la garza es < 7.0 psig.
 - Aislar la válvula en la línea de líquido de la garza.
 - Aislar la válvula de drenaje de 1.5".

- Reiniciar la bomba de recirculación y continuar con la lista de comprobación funcional.
- Desbloquear los seguros mecánicos de las garzas, tirando hacia abajo de la palanca situada en el lado norte de la garza.
- Abra la consola del panel en la garza, asegurándose de que el selector está en el panel de control y seleccione cualquier movimiento de la garza. Verifique que la bomba de aceite hidráulico arranque automáticamente para mantener una presión en el acumulador > 2,900 psig (como se ve en el indicador local de la bomba hidráulica).
- Compruebe los siguientes movimientos de la garza, utilizando el dispositivo inalámbrico remoto o el panel de control:
 - Brazo interno sube y baja.
 - Brazo exterior hacia delante (oeste) y hacia atrás (Este).
 - Giro a la izquierda (sur) y la derecha (Norte).
- Una vez que todos los controles de la lista de comprobación, se hayan completado, regrese la garza a su posición de reposo e instale las cerraduras mecánicas.
- Efectúe controles visuales sobre el pasador de flexión, para asegurarse de que está instalado correctamente y de que la válvula no está pasando el amoníaco al depósito fuente.
- Verifique, con los manómetros locales, que el nitrógeno se encuentre disponible.

II.7.3. Carga de urea mediante la banda transportadora.

Es importante señalar que por condicionantes del diseño y del cálculo de cargas para las estructuras del muelle se ha incluido en el proyecto la etapa de construcción de la banda transportadora y las grúas para urea. Sin embargo, en este momento no se contempla el manejo de esta sustancia en la etapa de operación, ya que está sujeta a su disponibilidad futura. No obstante, a continuación se describen los aspectos generales del manejo de dicha sustancia, a título informativo.

En una segunda fase del proyecto, durante la etapa de operación se espera que exista disponibilidad de urea para exportación. La urea puede embarcarse en sacos, tibores o, como en este caso, a granel. Cabe señalar que la urea no hay riesgos especiales asociados a la urea, la cual no es incombustible o con muy bajo riesgo de incendio. Este tipo de carga es higroscópica y forma masas pastosas cuando se humedece.

La finalidad del cargador de barcos es transportar la urea desde la cinta transportadora a los barcos (ver plano 2063-00-A010-D722S del Anexo J). La capacidad de carga es de 1,200 t/h. El cargador de barcos móvil funciona con electricidad. El brazo abatible y giratorio está equipado con una tolva telescópica.

El material a granel que proviene de la cinta transportadora se transporta a través del carro terminal al sistema de transporte instalado en el cargador de barcos y desde ahí y a través de la tolva telescópica a la bodega de buques aptos para la navegación marítima con un tamaño máximo de 60,000 TPM.

Las operaciones de posicionamiento y carga del cargador de barcos se controlan desde la cabina del operador situada en la parte superior del cargador de barcos. Se suministrará un carrete de cable de control para el sistema de comunicación, brazos, enclavamientos, etc. El cargador de barcos será alimentado con energía a través del cable y el tambor de devanado para cables. Cuando esté fuera de funcionamiento, el cargador de barcos se mueve a su posición de estacionamiento en el lado norte de la plataforma del muelle donde será anclado de forma manual.

Durante el funcionamiento y mediante un anemómetro situado en la parte superior del cargador de barcos, medirá la velocidad del viento real, la cual se le indicará al operador en todo momento. A un límite de velocidad del viento de 15 m/s el sistema de control emitirá una pre-alarma al operador, mientras que con un límite de velocidad del viento del cargador de barcos igual a 21 m/s las operaciones de carga del barco serán suspendidas.

Después de la evacuación de material, el operador debe desplazar manualmente el cargador de barcos a su posición de estacionamiento en el lado norte del muelle donde el operador llevará a cabo los preparativos para el bloqueo de tormenta (sujeción, anclado).

El desplazamiento es posible hasta una velocidad de 22 m/s. Las garras de sujeción se activan solo en la posición de estacionamiento. Los cargadores de barcos y sus sistemas de anclaje de tormenta están diseñados para velocidades de viento de hasta 55 m/s.

En la posición de estacionamiento se suministra un soporte de horquilla para el brazo del cargador de barcos. El sistema de accionamiento de desplazamiento del cargador de barcos está equipado con cuatro motores reductores. En caso de avería de uno de ellos, el cargador de barcos puede ser desplazado a la posición de estacionamiento a velocidad reducida por los tres sistemas de accionamiento restantes. El cargador de barcos está equipado con un sistema anti-inclinación.

El sistema de control del cargador de barcos se instalará en el armario climatizado de distribución local y permitirá el control total de las operaciones de carga del cargador de barcos.

En las bodegas de los barcos la urea a granel puede contaminarse con partículas de pintura. Esto no se debe al uso de un tipo incorrecto de pintura, sino a que se encuentre en mal estado o no haya sido aplicada de forma correcta por falta de preparación adecuada de las superficies de acero.

El hecho de que la urea es sintetizada a partir de amoníaco y dióxido de carbono no contribuye a atenuar esta situación. En la travesía se libera cierta cantidad de amoníaco, la cual puede penetrar bajo la pintura suelta. Dado que el amoníaco tiene un efecto de removedor/limpiador, este ataca los enlaces entre la pintura y el acero.

El problema se agrava si la carga está húmeda y/o hay condensación en la bodega. Esto se debe a que el efecto removedor del amoníaco es mucho mayor cuando está en una solución acuosa.

Lo recomendado es que los barcos que llevan este tipo de carga no ventilen durante la travesía. Si se ventila, solo se eliminará el amoníaco en la parte superior del compartimiento, con un aumento en el riesgo de que entre aire con alto contenido de humedad del mar que puede provocar la condensación en la carga.

II.7.4. Servicios de avituallamiento de embarcaciones.

Los servicios de avituallamiento no serán proporcionados por la empresa. Para atender los requerimientos de las embarcaciones que lleguen a la terminal portuaria de GPO, estos serán facilitados de la siguiente manera:

- **Suministro de combustible.** El combustible será facilitado por buques de aprovisionamiento de API Puerto de Topolobampo.
- **Agua potable.** Si un barco no tiene su propia unidad de desalinización, el agua potable será facilitada por buques de servicio de API Puerto de Topolobampo.
- **Avituallamiento.** Los abastecimientos serán facilitados por buques de servicio de API Puerto de Topolobampo.
- **Gestión de Desechos.** Si un barco no tiene su propia planta de tratamiento de desechos, los desechos serán recogidos por buques de servicio de API Puerto de Topolobampo.

II.7.5. Consideraciones de Seguridad:

II.7.5.1. Medidas de seguridad. A continuación se enlista un resumen de las medidas de seguridad las cuales son enunciativas más no limitativas.

- El personal de operaciones debe emplear su Equipo de Protección Personal (EPP) estándar y llevar consigo su Unidad de Soporte Vital de Emergencia (ELSA por sus siglas en inglés) de 10 minutos. El operador debe permanecer al menos a tres metros de la garza, mientras se está maniobrando y conectado.
- Al manejar la conexión y desconexión de la garza de vapor y líquido, es obligatorio para el personal de mantenimiento, usar su Equipo de Respiración Autónoma (SCBA por sus siglas en inglés) de 60 minutos, junto con trajes químicos de nivel B, guantes de neopreno y botas de goma.

- Al maniobrar la garza, debe mantenerse suficiente espacio de trabajo entre las bridas de la garza y el colector del buque para tener seguridad peligros de atrapamiento o puntos de anclaje.
- Se debe tener extremo cuidado, para evitar el movimiento involuntario de la garza utilizando el mando inalámbrico, mientras se retira la brida ciega y la inspecciona de sus caras está en curso.
- Una vez que el acoplamiento de la garza de carga líquida y vapor han sido completados, se debe informar al cuarto de control e indicar el tiempo en que la garza fue conectada.
- Sólo cuando se lo indique el Jefe de carga del buque, se podrán comenzar las pruebas de presión de la garza de carga líquida.
- Antes de iniciar la prueba de presión, el personal a bordo de los buques y en tierra deben ser notificados y el área cerca del acoplamiento debe mantener una distancia de seguridad de al menos 40 pies.
- Una vez que la de presión de prueba es alcanzada sin que se detecte alguna fuga observada, la prueba puede llevarse a cabo.
- Al maniobrar la garza de carga de líquido, del recipiente colector, si se detectan movimientos anormales, no característicos del movimiento deseado (brazo moviéndose en la dirección opuesta, movimiento lento, no hay respuesta a los controles remotos o locales, etc.). La operación se detiene inmediatamente y la SPS informa. El problema debe ser analizado y notificado al Operador en Jefe, según se requiera.

II.7.5.2. Apagado de emergencia y desconexión de amoniaco de la garza. La garza, o brazo de carga, de amoniaco está equipada con un Sistema de Parada de Emergencia (ESD por sus siglas en inglés) que puede activarse manual o automáticamente. Este sistema se compone de dos acciones: ESD1 y ESD2.

- ESD1 es para emergencias relacionadas con el proceso y debe ser activado manualmente. Se activa presionando el pulsador ESD1.

- ESD2 es para más para emergencias cuando la garza está conectada al colector del buque y se encuentra en la posición de giro libre. La acción ESD puede ser manual o automática.

Si el buque se desvía más allá de la zona de advertencia, se cierra la válvula ERC, y se activa una alarma de advertencia audible, y una luz indicadora parpadea, ESD1 se activa la carga se detiene.

Si el buque sigue a la deriva y la garza supera el área de liberación, la ESD2 se apaga, y la bocina se activa, sonando continuamente y los interruptores de luz pasan de parpadear a rotatorio. Finalmente, la garza se desconecta automáticamente de la junta de liberación de emergencia (ERC).

En forma alterna, la ESD2 puede activarse manualmente pulsando el botón ESD2 en el panel o en la sala de control. Tras la activación de ESD2, ocurre lo siguiente:

- Una luz roja se enciende en el panel de SP, la sala de control se ilumina y la bocina suena continuamente.
- La unidad de alimentación hidráulica arranca.
- Se cierra la válvula de bola ERC.
- La garza se desconecta de la embarcación.
- Las bombas de carga de amoníaco se detienen.
- Las bombas de recirculación de amoníaco se detienen.
- Las válvulas de aspiración, en los tanques de almacenamiento de amoníaco, se cierran.

Cuando el brazo se mueve con el colector del barco, maniobre la garza a la posición de reposo, hasta que se puedan hacer los arreglos necesarios para volver a instalar los acoplamientos.

II.8. Etapa de Mantenimiento.

II.8.1. Mantenimiento del muelle y pasarela.

Las estructuras de la pasarela y la plataforma de carga no requieren de mantenimiento durante el periodo para el cual fueron diseñadas.

El equipamiento de la plataforma de maniobras (incluyendo las defensas) requerirá de mantenimiento de acuerdo con la información que en su momento proporcionen los proveedores.

II.8.2. Mantenimiento de ductos.

Todos los ductos que van de las instalaciones de la planta de amoniaco a la terminal portuaria (incluyendo el amonioducto, los ductos de agua y el de nitrógeno) recibirán las tres fases del mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo.

Las actividades predictivas proporcionan información de las condiciones físicas de los ductos por medio de ensayos no destructivos, directos o indirectos. En este caso los métodos directos a emplear incluyen la inspección visual, los líquidos penetrantes, ultrasonido radiografías.

Las actividades preventivas son la base para conservar la integridad de los ductos. Entre ellas se incluyen la protección interior para minimizar los daños originados por la corrosión en el interior de las tuberías. Para estos se utilizarán Diablos de limpieza, inhibidores de corrosión y el mantenimiento del recubrimiento interior. En cuanto al exterior, tomando en cuenta que no habrá tuberías enterradas, se mantendrá el recubrimiento anticorrosivo en condiciones óptimas.

En caso de que sea necesario, con las actividades correctivas se logra restablecer la integridad de los ductos y ampliar su vida útil. La decisión de reparar un ducto está en función de la severidad del defecto que se pudiese presentar.

II.8.3. Mantenimiento de las garzas o brazos de carga marinos (MLA).

Los intervalos recomendados para cada uno de los componentes de las garzas se presentan en la Tabla II.21. Sin embargo, esta frecuencia depende de las condiciones en que se utiliza, tales como el clima y la frecuencia de operación.

Tabla II.21. Mantenimiento preventivo / mayor de las garzas.

(1) Mantenimiento mayor de la junta giratoria para sistemas refrigerados.	
Conjunto	cada 2 a 3 años
(2) Equipo hidráulico	
Reemplazo del fluido hidráulico	cada 1 a 3 años
Mantenimiento mayor del cilindro hidráulico	cada 3 a 5 años
Mantenimiento mayor de la unidad hidráulica	cada 4 a 5 años
Reemplazo de filtros	cada 1 a 3 años
Reemplazo de mangueras hidráulicas	cada 4 a 5 años
(3) Vida útil de los cables	
Accesorios del cableado y destorcedor	5 años
Cables	10 años o en caso de que se encuentre algún defecto tal como cable roto, reducción del diámetro o kink.
(4) Pernos y tuercas	
Muestreo de reemplazo del 30%	5 años
Reemplazo	10 años o antes, si se encuentra un defecto.
(5) Otros	
Recambio/Inspección del equipo eléctrico.	cada 4 a 5 años

II.8.4. Dragados de mantenimiento.

El material sedimentológico a ser removido es de tipo fluvial, originado por la acción de la erosión y el intemperismo químico de las rocas preexistentes localizadas en áreas de mayor nivel y pequeñas cantidades de arena parecen provenir de la barrera depositándose en la laguna. Los fragmentos son arrastrados por la acción del viento, y el depósito se lleva a cabo donde la reducción de la velocidad de la corriente favorece el depósito de las partículas. De estudios de las lagunas, bahía de Topolobampo, bahía de

Ohuira y estero de Lechuguilla, se determinó que cada laguna tiene un canal principal de 10 a 20 m de profundidad rodeada de extensas áreas someras. Un delta interior que se extiende hacia el mar de 5 km extendido y somero y es parcialmente bisectado por un canal principal.

Las velocidades de corrientes más altas se dan en el canal principal del interior y en las comunicaciones entre las bahías de Topolobampo y Ohuira (lugar donde se encuentra el canal de navegación del proyecto de la Terminal Portuaria GPO). Sedimentos finos poco compactados se manifiestan en la bahía de Ohuira a lo largo de los pantanos de manglar que se localizan en las orillas de las otras lagunas. La cantidad de sedimentos suspendidos en el agua es relativamente pequeña y dependen de la localidad, de la longitud y del período de tiempo en que la corriente fluye. Las tasas de sedimentación son bajas en los canales y altas en las orillas. Se presume que hay muy pocos quizá nada de sedimentos nuevos dentro de estas lagunas (CDELM-UAM, 2014).

Se recomienda realizar levantamientos batimétricos periódicos para verificar los espesores de la capa de depósito de sedimento, que se pudieran estar asentando en la zona del canal de navegación y dársenas.

Por lo cual, se concluye que el dragado de mantenimiento, se pudiera estar efectuando con una frecuencia de tres años.

II.9. Requerimiento de Personal.

II.9.1. Personal para la construcción.

En relación con el personal empleado para la construcción, se estima que habrá un máximo de 251 trabajadores, con un promedio de aproximadamente 80 a lo largo de la obra. Para la construcción se empleará preferentemente a la mano de obra local.

II.9.2. Personal del muelle.

Se considera que para operar todas las actividades del muelle se requiere el siguiente personal:

Tabla II.22. Personal requerido para la pasarela y muelle de carga.

Categoría	Cantidad
Administración y Dirección	10
Seguridad, Higiene y Medioambiente	9
Maniobristas	40
Operadores de maquinaria	15
Mantenimiento	5
Servicios técnicos	5
Oficiales albañiles, fierros, soldadores, paileros y carpinteros	10
Trabajadores en general	150
Operadores de lanchas y remolcadores	7
Total	251

Se contempla recurrir a una empresa especializada para obtener los servicios de seguridad y aseo.

II.9.3. Políticas de seguridad, higiene y medio ambiente laboral.

Cuando se cuente con el proyecto ejecutivo, durante la construcción y como parte de las políticas de seguridad, la terminal portuaria se someterá a un estudio riguroso de riesgos laborales para identificar las condiciones óptimas de trabajo e implementar las medidas adecuadas.

La empresa tiene el compromiso de proveer un ambiente de trabajo sano y seguro para todos sus empleados y quienes laboren, entren o visiten las instalaciones. La política de la empresa será administrar y consultar las operaciones y los negocios de forma tal que:

- Se eviten los incidentes operativos que puedan dañar a las personas o afectar las propiedades y/o el medioambiente.
- Se proporcione un ambiente de trabajo libre de cualquier riesgo potencial conocido.
- Se proporcione un entrenamiento adecuado a nuestros empleados para permitirles cumplir con su responsabilidad de trabajar de forma segura y protegiendo al medioambiente.

Se considera que el éxito del Programa de Salud, Higiene y Medioambiente ocurrirá y dependerá con apoyo de todos, empezando por el equipo de liderazgo o grupo núcleo hasta involucrar activamente a todos los empleados que laboren en el muelle. La empresa está comprometida con destinar y proveer todos los recursos necesarios para promover e implementar este programa.

Por tanto, se establecerán mecanismos para solicitar y recibir de los empleados comentarios, información y asistencia en áreas donde intervenga la administración de riesgos, seguridad e higiene. Se cumplirá con toda la normatividad local en materia de seguridad e higiene y se adoptarán las mejores prácticas administrativas.

La empresa está comprometida con la salud, seguridad y sustentabilidad ambiental y tales consideraciones estarán incorporadas en todos los procesos y en la contabilidad del

negocio. Esta política aplica para todos los empleados y personas afectadas o asociadas en cualquier manera con las operaciones de carga que se desarrollen en el muelle.

De forma adicional, la empresa cree que para promover de manera efectiva el control de pérdidas y para mejorar el desempeño en seguridad hace falta una filosofía deliberada y documentada, que debe ser aprendida, internalizada y aplicada por cada empleado en sus operaciones. La Filosofía de Seguridad e Higiene presentada a continuación establece los principios rectores para la conducción día a día de nuestros negocios. Estos son como se describe a continuación:

- a) Todas las lesiones y enfermedades laborales pueden ser prevenidas;
- b) La administración es directamente responsable de lograrlo, con cada nivel rindiendo cuentas al nivel superior y responsable para con el nivel inferior;
- c) Trabajar con seguridad es una condición continua del empleo, y para la compañía operadora es tan importante como la producción, el control de costos o de calidad.
- d) La capacitación es esencial para la sustentabilidad de la seguridad e higiene. La capacitación incluye el establecer para cada trabajo procedimientos y estándares de desempeño en seguridad.
- e) Se deben realizar auditorías de seguridad.
- f) Los riesgos potenciales deben ser identificados, evaluados y corregidos con prontitud mediante modificaciones, cambios en procedimientos, mejoras en la capacitación y/o disciplina constructiva.
- g) Todos los incidentes y lesiones / enfermedades ocupacionales por prácticas no seguras serán investigadas. Esto incluye los casos que se logró evitar el daño.
- h) La seguridad fuera del trabajo es tan importante como la seguridad en las labores.

- i) La prevención de accidentes es redituable; el mayor costo es el sufrimiento humano.

- j) La participación de los empleados es un elemento crítico en nuestro programa de Prevención de Accidentes y Control de Pérdidas.

Para mayor información al respecto, consultar el Capítulo I del Estudio de Riesgo Ambiental denominado "Escenarios De Los Riesgos Ambientales Relacionados Con El Proyecto", que se presenta junto con la presente MIA-R.

II.10. Insumos Requeridos.

La fuente de energía para realizar los dragados será combustible diésel y gasolina. Además, se emplearán lubricantes para la maquinaria. Los requerimientos de estos insumos, con base al tiempo que se ocupará cada tipo de maquinaria y sus consumos por hora de operación se definirán en el proyecto ejecutivo.

Electricidad: La planta de amoniaco de GPO está diseñada para funcionar de manera autosuficiente en relación con su consumo de energía eléctrica. Sin embargo, esto no abarca los sistemas de carga de amoniaco ni la banda de urea. La energía eléctrica provendrá de la estación receptora de energía a 13.8 kV a través de un alimentador.

La energía eléctrica para las garzas en el muelle está sujeta a un mayor desarrollo de la ingeniería básica. Esto se hará a partir de la red externa de la terminal.

Agua Potable: El agua se utilizará para alimentar el Sistema contra incendios, para el tanque de agua de servicio, regaderas de seguridad, las estaciones de limpieza de ojos del muelle y para el edificio de control.

Nitrógeno: El nitrógeno se inyecta en la base de las garzas desde el lado de la plataforma y se purga el aire de las válvulas de drenado del múltiple (manifold) en el lado del barco, midiéndose entonces el contenido de oxígeno. Con la inyección del nitrógeno gaseoso en la sección del múltiple se eleva la presión y se puede revisar si existe alguna

fuga. El nitrógeno provendrá de una unidad generadora de gas inerte en la planta de amoniaco de GPO que se almacenará en dos tanques de 50 m³ cada uno. El nitrógeno requerido será provisto a la plataforma de carga mediante un ducto que correrá paralelo a los ductos de carga de amoniaco.

II.11. Residuos Generados.

II.11.1. Material producto del dragado.

En las diferentes etapas del proyecto se generarán diferentes tipos de residuos, incluyendo residuos de la construcción, de la instalación del amonioducto, materiales de empaque y los residuos generados por el consumo de alimentos. Por tal motivo se contará con un sistema de manejo y disposición de residuos en cada una de las etapas del proyecto, para evitar la acumulación de residuos y las afecciones al medio ambiente.

El principal residuo que se generará en el proyecto de la terminal portuaria es el material producto del dragado de dársenas y canales. Este material tiene un volumen de 3'182,970.50 m³ y su disposición se hará de acuerdo a lo descrito anteriormente en el punto *II.1.3. Infraestructura a desarrollar*. Es importante señalar que no se iniciarán las actividades del proyecto hasta que se cuente con la autorización de una zona para el vertimiento de este material en el mar, la cual se encuentra en estudio.

II.11.2. Residuos sólidos urbanos.

Se generan en el proceso de construcción, mantenimiento y operación, y son generalmente por plásticos y cartones, procedentes de botellas de agua, refrescos, envolturas de accesorios, soldadura, equipo de seguridad, etc., que en un momento puede tener contacto con material de producto de la excavación o con lodo a causa de las temporadas de lluvia en la zona. Estos residuos, serán recolectados y se depositara en bolsas que estén debidamente selladas y depositadas en un tambor con el fin de no permitir el escurrimiento, hasta llegar a un basurero municipal o relleno sanitario de la zona.

II.11.3. Residuos de construcción de los ductos.

Centro de cardas: Es el material sobrante y que se genera por el uso de las cardas, al llevar a cabo el trabajo de soldadura, este material será recolectado para su disposición final en un basurero Municipal existente en la zona.

Centro de discos abrasivos: Es el material sobrante y que se genera al llevar a cabo el trabajo de soldadura, este material será recolectado para su disposición final en un basurero Municipal existente en la zona.

Arena sílica: se emplea durante la construcción al hacer limpieza previa a la aplicación de recubrimientos anticorrosivos en instalaciones. El material usado se recolectará en costales y podrá ser utilizado como material de relleno.

Tubería excedente: Es material que fue solicitado previendo la necesidad de que algún tramo presente alteraciones o deformaciones, además también existirán tramos de tubería o carretes de longitud menor a la comercial, que se darán debido a los ajustes que se realizaran en el campo o por las condiciones de terreno y se generarán en las etapas de construcción y mantenimiento, este material puede ser estibado de manera segura en el derecho de vía de la obra, identificado (especificaciones, lote, colada, numero de tubo, espesor, fecha de fabricación), con la señalizaciones correspondientes, para posteriormente emplearse en otro proyecto u actividad. Entre los residuos que se pueden generar en el patio de colados durante la etapa de construcción se encuentran los siguientes:

- Recorte de Tubería Metálica.
- Recorte de Tubería de PVC.
- Residuo de la construcción de partes precoladas.
- Residuos sólidos orgánicos (provenientes del área del comedor de trabajadores).
- Envases de tereftalato de polietileno (PET) de agua y otras bebidas.
- Madera.
- Cartón.
- Otros materiales de empaque.

Asimismo, en la etapa de operación se dispondrán los residuos sólidos de tipo urbanos, es decir los generados por el consumo humano, las actividades de limpieza de la cocineta, sanitarios, sala de control y otras áreas de trabajo; el papel, cartón residuos orgánicos e inorgánicos (PET, bolsas, latas, etc.).

El volumen de generación podrá variar de 5 a más de 20 kg/d, considerando un consumo promedio por persona de 1.2 kg/d y dependerá de la presencia de barcos para cargar. Sin embargo se manejarán y dispondrán de manera adecuada, para evitar afecciones tanto al personal como al medio ambiente y las instalaciones. En todo caso, dicho manejo se deberá apegar a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

En el marco de la corresponsabilidad, tanto los encargados de la construcción como de la operación de la terminal portuaria contarán con los permisos de las dependencias municipales correspondientes para disponer de estos residuos de forma adecuada, además de que se contará con programas de reciclaje y minimización de residuos que apoyen esta tarea. En el municipio existen empresas autorizadas para la recolección de los residuos no peligrosos, por lo que se hará uso de este servicio para los residuos del edificio de control.

II.11.4. Residuos de construcción del muelle y la pasarela.

Residuos que se considera se generaran durante la construcción de los trabajos de dragado, muelle y pasarela de la terminal portuaria GPO de Topolobampo, Sinaloa. La cantidad estimada a considerar 28 toneladas.

Tabla II.23. Residuos de construcción del muelle y la pasarela.

Material	% del total	Cantidad (ton)
Alambre recocido	15	4.2
Clavos	5	1.4
Alambrón	10	2.8
Trozos de tubo de 24" ø	20	5.6
Trozos de varilla	10	2.8
Trozos de viguetas	5	1.4

Tabla II.23. Residuos de construcción del muelle y la pasarela.

Material	% del total	Cantidad (ton)
Trozos de placa de acero	5	1.4
Colillas de soldadura	10	2.8
Madera (tablas, polines, triplay, etc)	13.2	3.696
Cubetas metálicas	0.5	0.14
Cartón	1	0.28
Estopas	0.1	0.028
Trapo de algodón	0.1	0.028
Envases de refrescos	0.1	0.028
Basura en general	5	1.4
Totales	100	28

Además, se espera generar 35 tambos de 200 litros de aceites gastados, que se manejarán como se indica en el apartado referido a los residuos peligrosos. Las cantidades indicadas aquí son aproximadas y varían en función a las condiciones de cada obra.

II.11.5. Aguas residuales.

Los residuos líquidos que se generarán durante la construcción serán principalmente aquellos de los servicios sanitarios de los trabajadores. Para esto se utilizarán letrinas portátiles. La empresa a la que se rentan dispondrá de estos residuos de la forma y en el sitio que sea designado por el municipio para este fin, evitando las descargas directas al mar.

En la etapa de operación las aguas residuales provendrán de los sanitarios en el edificio de control, los cuales estarán conectados a un tanque ciego. Estas aguas serán removidas del lugar a mediante un contenedor portátil, para ser transportadas a la planta de tratamiento de aguas residuales de la planta de amoniaco de GPO.

II.11.6. Residuos peligrosos.

Con base en la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos, así como la

consideración de que las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos son de orden público e interés social. Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen. En la etapa de construcción los residuos que se pueden generar incluyen:

Aceites gastados: se generan durante el mantenimiento preventivo en equipos (dragas, martillos, etc.), éstos serán almacenados en tambores de doscientos litros, debidamente cerrados, identificados, clasificados y en un lugar especial, para posteriormente ser transportados de manera adecuada y con los permisos correspondientes, por parte de la empresa especializada.

Estopa con aceite: En el caso de las estopas contaminadas con aceite o grasa, a consecuencia del uso en mantenimiento de equipos, su destino final estará a cargo de una empresa autorizada, la cual se encargará de su traslado y disposición final.

Botes de pintura: Son recipientes que fueron empleados para el transporte y almacenaje temporal, para la preparación del recubrimiento antes de ser aplicada en las instalaciones, una vez sin producto serán depositados en tambores destinados para residuos peligrosos, con la finalidad de evitar algún escurrimiento de pintura, para esperar su traslado o disposición final por parte de una empresa especializada.

En la etapa de operación los residuos peligrosos más comunes producidos por las terminales portuarias como la propuesta por GPO son aceites gastados y envases de lubricantes. Como producto de las necesidades de operación y mantenimiento de los equipos como la banda transportadora, la grúa móvil y las garzas, se generarán un volumen relativamente alto de lubricantes gastados. El volumen dependerá de los requerimientos de mantenimiento que establezcan los diferentes fabricantes para los equipos (garzas, grúas, motores, etc.) a instalar. Es importante señalar que los equipos deben recibir mantenimiento en el lugar, ya que son fijos o bien, por su tamaño o sus características no pueden enviarse a un taller fuera de las instalaciones.

Los residuos se recolectarán cuando se generen, se guardarán en bolsas de plástico y se depositarán en un tambor debidamente identificado y sellado, hasta que la empresa especializada proceda recogerlo, pasa su traslado y destino final en un lugar debidamente autorizado por la autoridad correspondiente.

En la etapa de construcción, los residuos peligrosos que se generen se manejarán a través de empresas autorizadas para el manejo, transporte y disposición final o tratamiento de residuos peligrosos, para lo cual se dispondrá un área de almacenamiento temporal ubicada en el almacén, utilizando contenedores adecuados para su almacenamiento, debidamente señalizada y en cumplimiento con lo que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

II.11.7. Material producto de derrames accidentales.

Para prevenir y controlar la contaminación que puede producir un derrame accidental la Terminal Portuaria GPO cuenta con un Plan de Respuesta ante Emergencias que cubre las situaciones que pueden producirse por las actividades que se desarrollen tanto en tierra como en el muelle. Entre estas posibles situaciones se incluyen:

- La carga de amoníaco en barcos.
- El manejo y operación de embarcaciones, remolcadores y embarcaciones de servicio.
- El atraque y desatraque de los barcos.
- La operación de equipos especializados.
- Seguridad.
- Incendios.
- Choques de embarcaciones contra el muelle.

El Plan de Respuesta ante Emergencias define todas las situaciones de emergencia, incluyendo las provocadas por fenómenos naturales o por las actividades humanas tales como:

- Liberación de sustancias tóxicas o inflamables.
- Incendios o explosiones.
- Huracanes.
- Terremotos.
- Inundaciones.

- Rupturas en alguno de los ductos.
- Condiciones externas que puedan afectar las operaciones tales como situaciones de emergencia en alguna instalación cercana.

Un derrame se define como la liberación descontrolada de cualquier sustancia peligrosa desde algún tipo de recipiente, incluyendo los ductos. Un derrame menor involucra un sólo punto de fuga en un recipiente grande o pequeño, donde el material derramado no exceda 200 litros. Un derrame grande involucra una pérdida de material no mayor a 350 litros desde un recipiente de mayor tamaño. Un derrame mayor se produce cuando se derrama un material contenido en un recipiente grande o por la ruptura de un ducto, el cual puede ser difícil de aislar y puede producir la pérdida total del material en un tiempo relativamente corto.

En particular, para la etapa de construcción se ha considerado la posibilidad de algún derrame que involucre sustancias tales como aceite o combustibles, que pueda ocurrir en las áreas de construcción o en el patio de colados. Cuando el derrame sea menor y ocurra en el área rellena se utilizarán materiales absorbentes para limpiar las áreas afectadas y después se retirará el suelo contaminado, para lo cual será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenará esa área con el mismo tipo de material que se usó para su construcción.

Tanto la grava impregnada con el material derramado, así como todos los demás residuos peligrosos, se almacenarán temporalmente en los sitios dispuestos para este tipo de residuos, para que posteriormente sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

Para la etapa de operación, las emergencias producidas por derrames mayores, incluyendo las acciones a seguir, se analizan en el estudio de riesgo que acompaña este documento.

II.12. Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente.

Además de la ocupación permanente del espacio ocupado por las estructuras de la terminal portuaria, la modificación de relieve subacuático y la diversificación de actividades que se realizan en la Bahía de Ohuira, los principales impactos que son característicos de este tipo de proyecto y las medidas de mitigación generales aplicables se presentan en la Tabla II.24. Estas medidas se han incorporado al diseño del proyecto, pero no serán las únicas consideradas. Las sustancias contaminantes generadas incluyen emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y desechos sólidos.

Tabla II.24. Impactos ambientales de un proyecto tipo y medidas de mitigación generales.

Impactos Ambientales Potencialmente Adversos	Medida de Mitigación
Calidad del Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la realización de los dragados y al colocar los pilotes se colocarán barreras antiturbidez. • Todos los empleados estarán entrenados en el manejo y la disposición adecuada de combustibles, lubricantes, etc. • Los aceites gastados serán recolectados para una disposición final adecuada. • Todos los derrames y fugas deben limpiarse al momento de ocurrir usando materiales absorbentes acordes a la sustancia derramada. • Los combustibles y lubricantes se almacenarán en áreas designadas para ese fin, protegidas por confinamiento secundario (pisos impermeables, charolas colectoras y/o diques) con cubiertas para protegerlas de la lluvia. • Adicionalmente, el Plan de Respuesta a Emergencias contendrá los procedimientos para manejar cualquier derrame en la terminal portuaria propuesta.
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • En la construcción el ruido del piloteado de las estructuras puede ser elevado, por lo que se aplicarán medidas de control. • Para prevenir daños a la fauna marina se establecerá una zona de exclusión de cetáceos y cese de actividades. • En la operación el nivel de ruido se mantendrá dentro de los límites establecidos en las normas mexicanas aplicables.
Transporte Terrestre– Transporte Marítimo	<ul style="list-style-type: none"> • Se dará cumplimiento de los requisitos establecidos por la Capitanía de Puerto de Topolobampo y los convenios aplicables. • El muelle de carga tendrá preparado un Plan de Respuesta a Emergencias para hacer frente a incidentes por derrames o fugas.
Seguridad e Higiene del Trabajador	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los empleados serán instruidos en los procedimientos para reportar la respuesta a desastres y emergencia. • Los procedimientos y los números telefónicos de respuestas a desastres y emergencias serán colocados en sitios clave. • Se realizarán simulacros anunciados y no anunciados para evaluar la efectividad del entrenamiento.
Seguridad Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Se colocarán señales de advertencia. • Se tendrá personal de vigilancia durante las 24 horas.

II.13. Abandono del sitio.

Dado que la terminal portuaria podrá operar por un periodo de tiempo indefinido, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento y la eventual renovación de infraestructura y equipos, no se tiene contemplado el abandono del sitio.

Sin embargo, si este fuese el caso, antes de iniciar el retiro de las estructuras se definirá un programa adecuado a las circunstancias en que se dé el abandono del sitio y se someterá para su consideración y aprobación por las autoridades competentes.

II.14. Planes de Desarrollo a Futuro.

El desarrollo futuro del proyecto, contempla unir la banda transportadora de urea que se construirá sobre la pasarela y el muelle con un sistema de aprovisionamiento de dicha sustancia, para el cual en su momento se solicitará autorización en materia de impacto ambiental.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

III.1. Información Sectorial.

El campo, a través de las distintas actividades agropecuarias, es un sector que tiene potencial para reducir la pobreza y que incide en el desarrollo de un país. Es por eso que se necesita mejorar su productividad, rentabilidad y competitividad.

Actualmente, uno de los problemas del campo mexicano es su elevada dependencia de insumos estratégicos importados como son los fertilizantes, entre los que se incluyen el amoníaco y la urea.

El amoníaco es un compuesto que se aplica como fertilizante directamente a los cultivos emplea o que se emplea para la elaboración de otros fertilizantes. También tiene otros usos importantes en las industrias química, petroquímica y alimenticia. Por su elevado poder de vaporización se usa como un gas criogénico. Esta sustancia forma parte de diversos productos de limpieza domésticos.

Por otra parte, la urea es una sustancia en cuya producción se emplea el amoníaco como materia prima. Casi toda la urea producida se emplea como fertilizante, ya sea directamente en el suelo, o en las hojas; aunque también se emplea en la industria química, como suplemento alimenticio para ganado y para la producción de resinas.

Actualmente en México la producción de amoníaco se basa principalmente en 3 plantas de PEMEX en operación a las que en el futuro próximo se sumará la planta del Promovente, Gas y Petroquímica de Occidente S.A. de C.V. (en lo sucesivo GPO).

La distribución de la producción se realiza por medio de diversas empresas de fertilizantes. Según datos de PEMEX, el consumo estimado en México de fertilizantes es de 3.94 millones de toneladas. Dada la baja producción nacional, la escasez de amoníaco se ha solventado con importaciones.

El proyecto para la Terminal Portuaria GPO (en lo sucesivo el proyecto), que GPO pretende llevar a cabo se ubica en la Bahía de Ohuira (municipio de Ahome, Sinaloa), y consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una terminal portuaria consistente en un muelle con dos posiciones de atraque, una pasarela constituido por un andador peatonal y una calzada para el tránsito de vehículos; un amonioducto y, para el uso a futuro, una banda transportadora de urea. El proyecto representa una inversión directa en nueva infraestructura portuaria que permitirá ampliar la cobertura del abastecimiento de fertilizantes tanto para el mercado nacional como el internacional, y, por lo tanto, se fortalecerá la actividad comercial de estos productos.

La cobertura del mercado internacional cobra mayor importancia si se considera que el 80% del volumen del comercio mundial se transporta por vía marítima, que el tráfico de contenedores en nuestro país se ha incrementado en un 11.3% de manera continua en la última década, y que México se enlaza, por vía marítima, con 131 países y más de 490 destinos de los cinco continentes (SCT, 2015). Asimismo, los países que cuentan con servicios eficientes de transporte marítimo dan a su comercio exterior ventajas competitivas superiores.

III.1.1. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018.

Este Programa está alineado para formular y conducir las acciones que necesita México para el desarrollo del transporte y las comunicaciones. Específicamente en materia de puertos y marina mercante, las líneas de acción están orientadas a reducir costos logísticos, desarrollar el sector náutico y apoyar el desarrollo de la economía mexicana. El proyecto se relaciona con las siguientes estrategias y líneas de acción:

- Estrategia 1.3. *“Desarrollar dos sistemas portuarios, el del Golfo y el del Pacífico, resaltando su vocación natural, para que compitan con otros puertos del mundo”.*
 - Línea de acción 1.3.7. *“Realizar obras de modernización, ampliación y/o mantenimiento en infraestructura marítimo portuaria para impulsar el desarrollo regional en beneficio de las comunidades locales”.* En este caso, con la construcción y operación de la Terminal Portuaria GPO se ampliará la infraestructura marítimo-portuaria en Topolobampo para impulsar el desarrollo

regional a través del abastecimiento de amoniaco, lo cual beneficiará a diferentes sectores, tales como el agroalimentario e industrial.

- Estrategia 2.2. *"Impulsar servicios de transporte más baratos, rápidos, confiables y con una cobertura más amplia, que detonen la competitividad del país"*.
 - Línea de acción 2.2.1. *"Fomentar el cabotaje y el transporte marítimo de corta distancia, para impulsarlo como vía alterna para el tránsito de mercancías"*. En ese sentido, la Terminal Portuaria GPO representa una alternativa para el transporte del amoniaco por vía marítima dentro del territorio nacional y amplía la cobertura de abastecimiento de este insumo. Asimismo, el transporte marítimo es una alternativa segura, de gran capacidad de carga, de bajo costo y con menores emisiones de dióxido de carbono, en comparación con otros tipos de transporte.

- Estrategia 2.5. *"Desarrollar capacidades estratégicas que garanticen la eficiencia, calidad y seguridad del sector en el largo plazo"*.
 - Línea de acción 2.5.2. *"Establecer soluciones de largo plazo que den respuesta a la creciente demanda de traslado de mercancías y potencien la competitividad"*. Precisamente la Terminal Portuaria GPO pretende dar respuesta a la creciente demanda de traslado de mercancías, en este caso, del amoniaco y así potenciar la competitividad de los consumidores de este insumo.

III.1.2. Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.

Este Programa busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva de los sectores estratégicos del país a través del cumplimiento de objetivos específicos, para potenciar la competitividad de México y se asegura que las oportunidades de desarrollo lleguen a todas las regiones y sectores del país. En ese sentido, el proyecto se relaciona con la siguiente estrategia y línea de acción:

- Estrategia 1.1 "*Desarrollar a México como plataforma logística con infraestructura de transporte multimodal que genere costos competitivos y valor agregado, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social*".
 - Línea de acción 1.1.3. "*Facilitar el comercio exterior desarrollando proyectos que agilicen los flujos internacionales de carga y descongestionen los accesos a puertos fronterizos marítimos y terrestres*". Con la puesta en operación de la Terminal Portuaria GPO, la carga de amoniaco por vía marítima, será más ágil y directa, facilitando así su flujo hacia el mercado internacional.

III.1.3. Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018.

Este Programa, emitido por la Secretaría de Economía, es un instrumento a través del cual, el Gobierno Federal articula las condiciones para detonar un vigoroso crecimiento industrial interno a lo largo y ancho del país, eslabonado con el sector externo, a fin de que la economía rinda mayores frutos para todas las familias mexicanas.

Dentro del sector agroalimentario, ya se mencionó que el país tiene una alta dependencia en algunos insumos como los fertilizantes, de los cuales México importa casi cuatro quintas partes del consumo (77%), frenando la integración de insumos estratégicos nacionales en la cadena productiva (SAGARPA, 2013). Para contrarrestar esta tendencia, uno de los objetivos del Gobierno Federal es "*Desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas*". De manera específica, el proyecto se relaciona con la siguiente estrategia y línea de acción:

- Estrategia 1.5. "*Disminuir el costo logístico de las empresas*".
 - Línea de acción 1.5.6. "*Alinear la infraestructura con las necesidades de consumo, producción y distribución*". En este caso, el proyecto de la Terminal Portuaria GPO se alinea con la creciente demanda de amoniaco, principalmente para la producción de fertilizantes, así como con la necesidad de su distribución hacia los productores tanto del mercado nacional como del internacional, reduciendo o eliminando así la necesidad de importación.

III.1.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2013-2018.

Este Programa establece los objetivos, estrategias y líneas de acción para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador, que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que se genera riqueza, competitividad y empleo.

En ese sentido, el proyecto se relaciona con el objetivo 4, que está orientado a *“recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural”*. Para alcanzar ese objetivo, este Programa plantea una serie de estrategias y líneas de acción, de las cuales destacan las que se pueden articular con el proyecto:

- Estrategia 4.4. *“Proteger la biodiversidad del país, con énfasis en la conservación de las especies en riesgo”*.
 - Línea de acción 4.4.4. *“Identificar zonas ambientalmente vulnerables para impulsar la recuperación y conservación de flora y fauna mediante programas de conservación de especies”*.

En el Capítulo IV de la presente MIA se identifican las zonas vulnerables dentro del Área del Proyecto, así como de su Área de Influencia, con respecto a especies presentes que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la norma vigente, determinando implementar medidas de mitigación mediante la aplicación de rescate/reubicación de flora y fauna, que tienen como finalidad la conservación de las especies bajo algún estatus de protección, que pudieran verse afectadas por las actividades de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto en su conjunto.

III.2. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.

III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, pero también como la fuente directa de la democracia participativa a través de la consulta con la sociedad. Con base en esto ha sido desarrollado el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en el cual convergen ideas y visiones, así como propuestas y líneas de acción, con el objetivo general de llevar a México a su máximo potencial.

Para alcanzar su objetivo general se establecen cinco Metas Nacionales y en su Capítulo VI, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) detalla puntualmente una serie de estrategias y líneas de acción para alcanzar cada objetivo. Las Metas Nacionales son:

- I. México en Paz.
- II. México Incluyente.
- III. México con Educación de Calidad.
- IV. México Próspero.
- V. México con Responsabilidad Global.

Dentro del sector agroalimentario, el PND identifica falta de inversión en equipamiento e infraestructura, así como el alto costo del financiamiento, para lo cual plantea como reto el fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Además de la dependencia externa de insumos para fertilizantes, el campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, que son situaciones que afectan el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos. En ese sentido, una de las estrategias de la Meta Nacional IV, México Próspero, está orientada a asegurar el abastecimiento del petróleo crudo, el gas natural y los petrolíferos que demanda el país (4.6.1). Para esto hay siete líneas de acción propuestas en el PND, de las cuales una se relaciona directamente con el proyecto:

- *Promover el desarrollo de una industria petroquímica rentable y eficiente.* La construcción de la Terminal Portuaria permitirá el comercio y la distribución del amoniaco hacia mercados nacionales e internacionales, mejorando la rentabilidad de la empresa productora.

Otro de los objetivos consiste en contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica. A su vez, la estrategia 4.9.1 está orientada a *"modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia"*; específicamente se vincula con la siguiente línea de acción:

- *"Fomentar el desarrollo del cabotaje y el transporte marítimo de corta distancia, para impulsar como vía alterna a la terrestre el tránsito de mercancías"*. El proyecto, que consiste en una terminal portuaria para la carga de buque tanques con amoniaco y buques graneleros con urea, representa una alternativa de transporte de estos productos a través de las aguas nacionales, para abastecer el mercado interno mexicano, con lo cual se reduciría o eliminaría la necesidad de importación.

Asimismo, el proyecto cumple con la estrategia 4.10.1, orientada a *"Impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico"*; específicamente se vincula con la siguiente línea de acción:

- *"Fomentar la productividad en el sector agroalimentario, con un énfasis en proyectos productivos sostenibles, el desarrollo de capacidades técnicas, productivas y comerciales, así como la integración de circuitos locales de producción, comercialización, inversión, financiamiento y ahorro"*. La terminal portuaria contribuye con el abastecimiento del amoniaco y con el fortalecimiento de su suministro para el sector agroalimentario, con lo que se fomenta su productividad.

Por otra parte, se pretende "impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo" (objetivo 4.4), para lo cual el gobierno plantea líneas de acción para proteger el patrimonio natural (estrategia 4.4.4):

- Promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, así como fomentar el trato humano a los animales.

Como parte de la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR), en el Capítulo IV el promovente realiza una descripción de la flora y fauna presente, con lo cual contribuye al conocimiento de la biodiversidad. Para contribuir con la conservación de la biodiversidad, llevará a cabo programas de rescate/reubicación de flora y fauna, en caso de encontrarse especies con algún estatus de protección en el Área del Proyecto. En ese caso, realizará el traslado de los animales de acuerdo a la normatividad vigente y aplicable, procurando en todo momento un trato digno y humanitario.

III.2.2. Plan Estatal de Desarrollo 2011- 2016.

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) de Sinaloa está integrado por tres ejes, los cuales son la Obra Política, la Obra Humana y la Obra Material. En el PED se señala que en los últimos años Sinaloa ha crecido por debajo de su potencial. De acuerdo con las distintas mediciones del índice de competitividad estatal, se le ubica en la media nacional.

De acuerdo con este documento, de los estados del noroeste del país, Sinaloa es el menos competitivo y atractivo para captar inversiones en la región, al tener competidores como Sonora, Baja California y Baja California Sur. En la zona del noroeste del país, el crecimiento promedio es de 4%, casi el doble del estado de Sinaloa, que es de 2.2 %.

La red carretera en el estado se considera insuficiente. Al contar con pocas carreteras, Sinaloa ocupa el lugar 18 en densidad carretera por 100 kilómetros y en crecimiento nacional se alcanza el lugar 11. De igual manera, el costo de energía eléctrica es muy alto; comparativamente, para uso industrial ocupa el lugar 18 y comercial el 16.

Aunado a lo anterior, las estrategias de desarrollo regional aplicadas han mostrado escasos resultados, lo que nos lleva a tener desequilibrios entre las regiones del norte, centro y sur del Estado, como en la zona de los altos, los valles y la costa. De acuerdo con el PED, la pobreza alimentaría que abarca a 13.7% de la población, se disemina en la zona de los altos, en tanto que la pobreza de capacidades, con 20.5%, tiende a

concentrarse en la zona sur y la costa. La pobreza patrimonial, en la que se encuentra 47.0% de la población, se dispersa en toda la geografía estatal.

Estas condiciones de pobreza determinan que Sinaloa ocupe a nivel nacional, según el Programa de Naciones Unidas por el Desarrollo (PNDU), el lugar 18, con un índice de rezago social de 0.790, índice que lo ubica en equidistancia con la Ciudad de México (Distrito Federal), que tiene el mejor índice al contar con menor rezago y con Chiapas, que tiene las peores condiciones.

Según el diagnóstico del PED, en Sinaloa faltan empleos permanentes y con un nivel más alto de remuneración. El 70% de la población ocupada con remuneración gana de uno hasta cinco salarios mínimos. El empleo es precario, según el porcentaje de trabajadores remunerados sin acceso a las prestaciones de ley; la entidad se ubica en el lugar 16 en este indicador respecto al país.

El diagnóstico enfatiza en los aspectos estructurales de la economía, sus requerimientos de infraestructura, localización geoeconómica, competitividad y productividad.

El estancamiento que la economía sinaloense ha tenido en los últimos años, se origina por su estructura productiva, basada en el predominio del sector primario. Las actividades agropecuarias, la agroindustria tradicional y un sector de servicio encadenado al ciclo agrícola generan una baja contribución de valor y una marcada estacionalidad y vulnerabilidad, como lo muestran los efectos adversos que causan los cada vez más recurrentes factores climáticos.

El desarrollo de infraestructura física y de capital humano es condición indispensable para elevar la competitividad y promover el crecimiento económico, necesario para una mejor inserción en la economía global. Esto es el eje del desarrollo económico porque aumenta el intercambio, ensancha los mercados y crea puentes entre las regiones.

El PED considera que la localización geoeconómica de Sinaloa no es favorable. Se halla lejos tanto de la dinámica frontera norte, como de los principales centros de consumo del país. Su opción, en consecuencia, es satisfacer las nuevas exigencias provenientes de empresas trasnacionales que operan plataformas logísticas multimodales. Al contar

Sinaloa con moderna infraestructura portuaria, carretera, ferroviaria, aeroportuaria y de servicios, se lograrán las condiciones para incorporarse a una dinámica económica global, atender una nueva demanda de servicios que buscan eficiencia en tiempos, calidad y costos totales en la ubicación de productos.

La competitividad proviene de la capacidad que tiene un país o una región para mantener sistemáticamente sus ventajas comparativas y crear otras nuevas, sobre todo las vinculadas con el desarrollo humano, el crecimiento de habilidades de todos aquellos que participan en el proceso productivo, o la disponibilidad de mayor infraestructura, la adopción de sistemas de calidad, a la aplicación de reglas claras para la gestión económica y a la capacidad de identificar otros nichos de mercado y de saber establecer alianzas y encadenamientos regionales.

La productividad es una variable estratégica para el crecimiento económico y para el bienestar de las familias, debido a que su comportamiento determina los niveles de eficiencia de la economía, del ingreso y del ingreso *per capita*.

En modelo de crecimiento nacional surgido a partir del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) y acentuado por las tendencias económicas globales, Sinaloa es un estado con marcadas debilidades, lo que obliga a revisar de manera inteligente todo lo que sea necesario en el marco de las políticas públicas que se exigen en el siglo XXI para revertir esta situación. Es de alta prioridad llevar adelante y hacer realidad una nueva visión, que entre otros aspectos esté soportada en un número importante de proyectos clave, como lo son los proyectos estratégicos.

El plan contempla la realización de proyectos estratégicos, que incluyen el construir el gasoducto Mazatlán a Topolobampo, así como el diseñar y ejecutar un plan maestro a veinte años para desarrollar la plataforma logística y energética de Topolobampo como un nuevo puerto comercial e industrial de clase mundial. Esto incluye:

- Reconvertir a gas natural de la planta de energía eléctrica de la CFE.
- Instalar la nueva termoeléctrica de la CFE «El Fresnal» de 753 MW a ciclo combinado.
- Instalar una planta fertilizante de 400 mil toneladas con gas natural.

- Construir la carretera Los Mochis-Chihuahua (altas especificaciones).

Tabla III.1. Relación del proyecto con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo de Sinaloa.

Objetivo	Proyecto
<p>Objetivo 1: hacer de Sinaloa un estado competitivo y con capacidad de crecimiento económico sostenible, con atractivos para la inversión y apoyado en infraestructura productiva de clase mundial.</p>	<p>El proyecto permitirá exportar parte de la producción de amoníaco del estado, lo cual favorecerá la competitividad y crecimiento económico estatal.</p> <p>El proyecto consiste de una inversión directa en el estado para la construcción de infraestructura.</p> <p>El proyecto contempla la construcción de infraestructura de clase mundial, complementaria a la que ya se encuentra en desarrollo.</p>
<p>Objetivo 2: contar con una estructura económica más diversificada y fundada en el conocimiento, que genere alto valor agregado y bienestar a los sinaloenses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover y gestionar la infraestructura requerida para lograr una economía más competitiva, que incremente su potencial de crecimiento y esté alineada y orientada hacia la participación en las nuevas tendencias económicas globales. 	<p>La exportación de amoníaco y, en el futuro, de urea a través de la terminal portuaria contribuirá a la economía nacional.</p> <p>Con el amoníaco que se movilice por vía marítima, Sinaloa pasará de ser sólo un importador de amoníaco a ser un exportador.</p> <p>Por lo tanto, el proyecto es compatible con el PED de Sinaloa.</p>

El proyecto "Terminal Portuaria GPO" permitirá incrementar los beneficios de la infraestructura que se está construyendo para alcanzar la meta de producir 400,000 toneladas de fertilizantes, al facilitar la comercialización y la exportación de los excedentes de producción respecto a las necesidades del estado.

III.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016.

El área de estudio se encuentra incluida en el área de cobertura del Plan Municipal de Desarrollo de Ahome 2014-2016. El plan define sus objetivos estratégicos en 5 ejes:

- Eje 1 – Visión Económica.
- Eje 2 – Visión Social.
- Eje 3 – Visión Cultural.
- Eje 4 – Visión Prioritaria.
- Eje 5 – Gobierno con Visión.

El Eje 1 consta de tres Objetivos Estratégicos. El primero de dichos objetivos (1.1) busca fomentar el crecimiento económico para generar oportunidades de creación de empresas y empleos. Como línea estratégica se busca el desarrollo y fortalecimiento empresarial.

En el Objetivo Estratégico 1.2 busca fomentar la atracción de inversiones foráneas y de turismo como medios para atraer recursos que impulsen el crecimiento del municipio. Se plantean como línea estratégica la inversión a través de programas como ADELA (Acciones de Desarrollo Económico local de Ahome), Invierte en Ahome y el Programa de Infraestructura y Obras Públicas. Se incluye también la vinculación con certificados de promoción fiscal del estado de Sinaloa y el fomento a la exportación.

Al proveer una opción para la exportación de productos, en el futuro la terminal portuaria podrá fortalecer el desarrollo industrial y responder así a los objetivos estratégicos del programa, ya que se generarán empleos y será una oportunidad para aprovechar elementos que se presentan en el Municipio, como el nuevo gasoducto de dirección a la CFE en Topolobampo y las actividades portuarias, traduciéndolos en una importante inversión directa foránea que favorecerá el desarrollo de otras actividades de la región.

III.3. Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.

III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) está fundamentado en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010) y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2013.

Dicho ordenamiento está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

De acuerdo con el POEGT todo el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el sitio del proyecto se encuentran en la Región Ecológica 18.6, en el norte de Sinaloa (Figura III.1).

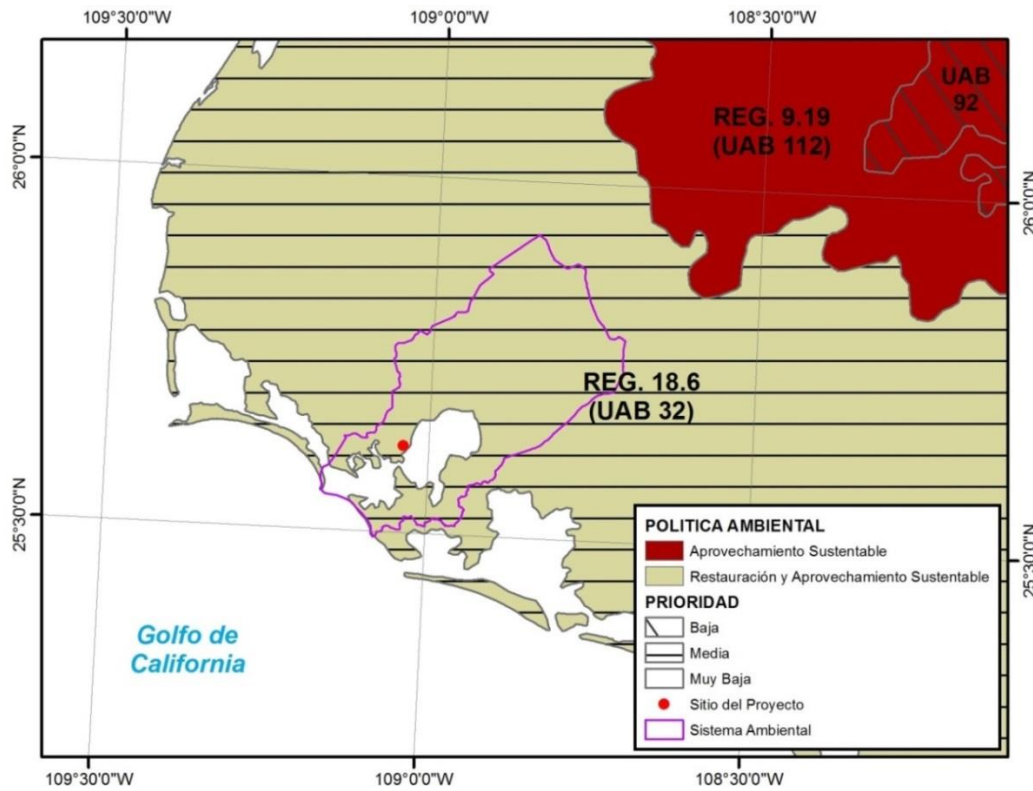


Figura III.1. Política Ambiental en la UAB 32 y ubicación del SAR y el Sitio del Proyecto.

La Unidad Ambiental Biofísica que a la que pertenece esta región es la 32, Llanuras Costeras y Deltas de Sinaloa, (Figura III.2). Su superficie es de 17,424.36 km² y una población total de 1,966,343 habitantes, entre los que se encuentran individuos de las etnias Mayo y Yaqui.

El estado actual del medio ambiente (Figura III.3) en esta región es considerado *Inestable*, con conflicto sectorial bajo y muy baja superficie de ANP's. Hay alta degradación de los suelos y muy alta degradación de la vegetación. La degradación por desertificación es Baja y la modificación antropogénica es de media a alta.

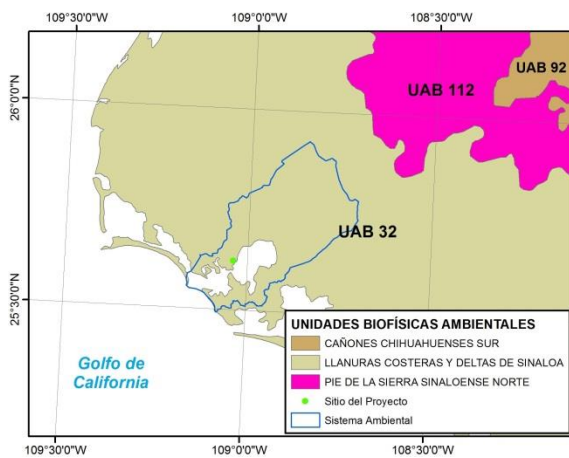


Figura III.2. Unidades Biofísicas Ambientales y Sistema Ambiental.

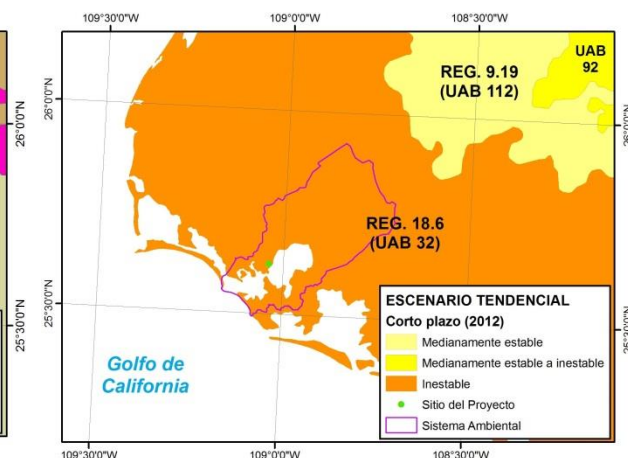


Figura III.3. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a corto plazo.

La política ambiental para esta UAB es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable (Tabla III.2), con prioridad de atención Media. El aprovechamiento sustentable, como política, es la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. (LGEEPA, Artículo 3, fracción III). Por otra parte, la restauración es el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII). El proyecto para la construcción de la terminal portuaria, que complementa el desarrollo industrial, es compatible con los rectores de desarrollo de la Región Ecológica (Agricultura – Industria).

Tabla III.2. Políticas y Estrategias de la Región Ecológica REG 18.6.

Política Ambiental: Restauración y Aprovechamiento Sustentable.					
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
32	Agricultura - Industria	Ganadería	Desarrollo Social	CFE	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Para los escenarios tendenciales (Figura III.4 y Figura III.5) se considera el comportamiento del estado ambiental actual del territorio en una proyección futura a corto, mediano y largo plazo, si prevalecen las tendencias de los procesos negativos que originan los problemas ambientales, sociales, económicos y naturales relacionados con la utilización histórica del mismo.

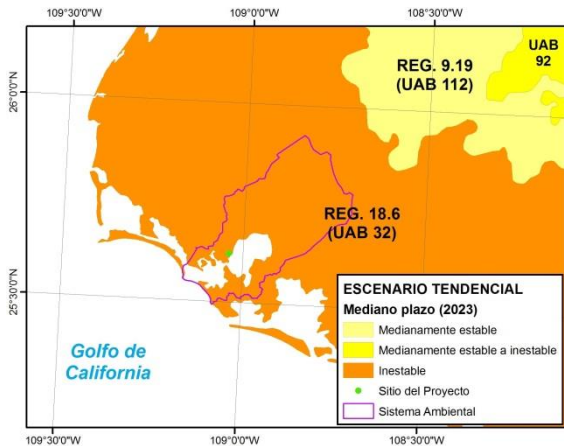


Figura III.4. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a mediano plazo.

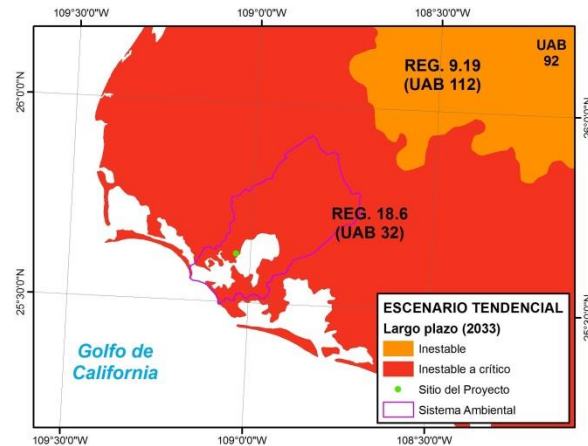


Figura III.5. Escenario tendencial del Sistema Ambiental a largo plazo.

Tabla III.3. Estrategias aplicables para la UAB 32 de acuerdo al POEGT.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	El desarrollo del proyecto respeta la integridad funcional del manglar y el sistema lagunar, sin extraer recursos ni descargar residuos, por lo que no debe afectar la capacidad de carga de los ecosistemas. El proyecto no se desarrolla en suelos pecuarios ni agrícolas. Tampoco se relaciona con infraestructura hidroagrícola ni hace uso de recursos forestales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto cumplirá la normatividad que le es aplicable en relación a los ecosistemas. No hace uso de

Tabla III.3. Estrategias aplicables para la UAB 32 de acuerdo al POEGT.

		agroquímicos.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>19. 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.</p> <p>20. 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.</p>	<p>En el futuro, el proyecto podría favorecer el desarrollo de diversas industrias que requieran de los productos que se manejarán en la terminal portuaria para sus propios procesos productivos, incluyendo aquellas de alto valor agregado.</p> <p>El proyecto no se relaciona con la generación o distribución de energía ni está orientado al desarrollo de mercado de energéticos, incluyendo los bioenergéticos.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto no incide en el desarrollo de la vivienda, pero promoverá la creación de empleos los cual contribuirá reducir la pobreza.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	El proyecto cumplirá con las normas de protección civil y buscará coordinarse con las autoridades pertinentes. Asimismo, se aplicarán políticas durante el hincado de los pilotes del muelle y la pasarela para evitar riesgos físicos.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El proyecto no contempla la creación de infraestructura urbana. Exceptuando los requerimientos de los trabajadores durante la construcción y operación de la terminal, así como el agua para incendios, el proyecto tampoco hará uso de agua para procesos.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El proyecto no está orientado a la creación de infraestructura urbana. Tampoco está orientado a desarrollar proyectos de planeación urbana.

Tabla III.3. Estrategias aplicables para la UAB 32 de acuerdo al POEGT.

<p>E) Desarrollo Social</p>	<p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	<p>El proyecto en sus distintas etapas contribuirá, en su ámbito de acción, a la promoción del desarrollo social.</p>
<p>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</p>		
<p>A) Marco Jurídico</p>	<p>42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>	<p>El proyecto no tiene conflictos con la propiedad rural.</p>
<p>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</p>	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>	<p>El proyecto no se relaciona con el catastro rural o proyectos de producción rural. El proyecto podría ser un elemento a considerar en el proceso de desarrollo de un ordenamiento territorial municipal.</p>

III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

El sitio del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Costera (UGC) 11 del Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (Figura III.6) Este ordenamiento es un instrumento de la política ambiental, a través del cual se pretende que el gobierno y

la sociedad construyan de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generen, instrumenten y evalúen las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente.



Figura III.6. Ubicación del sitio en el POEM del Golfo de California.

Bajo este contexto, a lo largo del proceso **se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales** para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

La zona litoral donde se encuentra el puerto de Topolobampo y el sitio del proyecto se localizan en la Unidad de Gestión Costera (UGC) 11 "Sinaloa Norte", la cual abarca una superficie total de 5,939 km² y limita con el litoral del estado de Sinaloa que va de la parte sur de la bahía de Agiabampo al sur de la Laguna de Navachiste. Sus principales centros de población son Topolobampo, Los Mochis, Guasave y Ahome.

Este ordenamiento presenta los resultados del cálculo diversos índices para establecer la aptitud sectorial. Dicha aptitud se refiere a las zonas donde se presentan aquellas características o condiciones del medio marino-costero que favorecen o permiten el desarrollo de las actividades sectoriales.

Así, los valores de aptitud alta únicamente reflejan aquellas áreas del Golfo de California que a escala regional son más propicias para el desarrollo de las actividades productivas y de conservación, sin que esto signifique que las actividades con aptitud baja no se puedan desarrollar o que desde la visión gubernamental se les dé menor importancia. Esto nos indica que el POEM no excluye la posibilidad de construir la terminal portuaria. Debe tomarse en cuenta que el programa actúa en una escala regional y no puntual como sería la escala del proyecto. Las actividades alrededor de las cuales gira el cálculo de índices son la conservación, la pesca ribereña, la pesca industrial y el turismo. Las Tablas Tabla III.4 a la Tabla III.6 presentan los atributos ambientales, las interacciones y el contexto regional de la UGC 11.

Tabla III.4. Principales atributos ambientales que determinan la aptitud de la UGC 11.

Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud
Conservación (aptitud alta)	<ul style="list-style-type: none"> - Alta biodiversidad. - Zonas de distribución de aves marinas. - Zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las que se encuentran la totoaba, el tiburón peregrino, el tiburón ballena, el tiburón blanco, la ballena jorobada y la ballena azul. - Bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo. - Humedales. - Áreas Naturales Protegidas: Islas San Ignacio, Vinorama, Macapule, Pájaros, Farallón, Santa María y Mazocahue, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.
Pesca ribereña (aptitud alta)	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de pesca de camarón, de escama y de calamar. - Bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo.
Pesca industrial (aptitud alta)	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de pesca de camarón, corvina, de pelágicos menores y de calamar
Turismo (aptitud alta)	<ul style="list-style-type: none"> - Bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo. - Zonas de distribución de aves marinas. - Infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes. - Áreas Naturales Protegidas: Islas San Ignacio, Vinorama, Macapule, Pájaros, Farallón, Santa María y Mazocahue, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.

Tabla III.5. Interacciones predominantes en la UGC 11.

Sectores	Interacciones predominantes
Pesca industrial y Pesca ribereña	- Uso de las mismas especies y/o espacios, particularmente en la pesquería del camarón y captura incidental de especies objetivo de la pesca ribereña por parte de la flota industrial
Pesca industrial y Conservación	- Impacto de la pesca de arrastre sobre el fondo marino y por la captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre. - Zona de pesca de pelágicos menores, recurso considerado como estratégico por el sector Conservación en la distribución de mamíferos marinos. Sinergia potencial si se acuerdan medidas de manejo concertadas.
Pesca ribereña y Conservación	- Captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre. - Impacto de las artes de pesca (chinchorro de arrastre) sobre el fondo marino y en los sistemas lagunares costeros. - Uso de las islas para el establecimiento de campamento temporales, generando problemas de contaminación, introducción de especies exóticas y perturbación de la flora y fauna en general.

Tabla III.6. Contexto regional de la UGC 11 del POEM del Golfo de California.

Contexto regional	
Nivel de presión terrestre: medio en la parte norte y alto en la parte sur	Asociada principalmente al desarrollo urbano concentrado principalmente en Topolobampo, Los Mochis, Guasave y Ahome y a las actividades agrícola y acuícola (principalmente cultivo de camarón).
Nivel de vulnerabilidad: muy alto	Fragilidad: muy alta. Nivel de presión general: muy alto.

El lineamiento ecológico para esta UGC señala que las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, particularmente las de los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y conservación que presentan interacciones altas. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión muy alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio en la parte norte y alto en la parte sur, así como por un nivel de presión marina alto. En este sentido, la terminal portuaria no produce emisiones a la atmósfera ni descargas de agua, por lo que no hay daños al sistema lagunar que pudiesen afectar las actividades ya mencionadas.

De manera particular, el sitio del proyecto se encuentra dentro de la Unidad Ambiental 2.2.4.21.1.7b, como lo describe el Anexo 2 del Programa de Ordenamiento Ecológico

Marino del Golfo de California, el cual contiene los principales atributos ambientales que determinan la aptitud sectorial de cada UGC. La Tabla III.7 a la Tabla III.12 presentan las características de esta Unidad Ambiental.

Tabla III.7. Aptitud sectorial en UA 2.2.4.21.1.7b de la UGC11.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo (IATUR)		Pesca Industrial (IAPIN)		Pesca Ribereña (IAPER)		Conservación (ICON)	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.209	Alto	0.908	Alto	0.811	Alto	0.82	Alto

Tabla III.8. Niveles de interacción sectorial en la UGC11.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo - Pesca Industrial		Turismo - Pesca Ribereña		Turismo - Conservación		Pesca Industrial-Conservación		Pesca Ribereña - Conservación		Pesca Ribereña - Pesca Industrial	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.588	Medio	0.593	Medio	0.552	Medio	0.862	Alto	0.835	Alto	0.89	Alto

Tabla III.9. Niveles de interacción total en la UGC11.

CLAVE_UA	Cobertura (%)	Interacción Total	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.709	Alto

Tabla III.10. Niveles de presión, fragilidad y vulnerabilidad en la UGC11.

CLAVE_UA	Presión	Fragilidad	Vulnerabilidad	
2.2.4.21.1.7b	Alto	Alto	0.83	Alto

Tabla III.11. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad general en el POEM-GC.

Fragilidad Promedio por UGA	Fragilidad Promedio Normalizada	Clases de Fragilidad	Presión Promedio por UGA	Presión Promedio Normalizada	Clases de Presión	Prioridad a nivel general del Golfo de California
0.63	0.83	Muy Alto	0.72	0.87	Muy Alto	Prioridad 1

Tabla III.12. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad a nivel estatal.

Fragilidad UGA	Fragilidad (normalizado)	Clases de la fragilidad	Presión UGA	Presión (normalizado)	Clases de la presión	Prioridad a nivel estatal
0.63	1.00	Muy Alto	0.72	0.00	Bajo	Prioridad 1 a nivel estatal en Sinaloa

La construcción de los elementos terrestres de la terminal portuaria se hará en un área previamente transformada por acciones como el relleno de terrenos para las instalaciones de PEMEX, la Instalación de la termoeléctrica de la CFE, la nueva planta de amoniaco y por el terraplén del ferrocarril.

III.3.3. Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Sinaloa 2007-2020.

Entre los objetivos de este Plan están el ordenar y regular el crecimiento urbano de la entidad; estimular el desarrollo urbano sustentable; alentar la permanencia de la población en localidades de dimensiones medias, rurales, rurales en proceso de consolidación y urbanas en proceso de consolidación; asegurar las condiciones para el desarrollo óptimo de los centros urbanos del estado; potencializar el desarrollo de localidades turísticas; definir una nueva división regional; y generar las políticas básicas sobre las que se basará el Plan de Ordenamiento Territorial (actualmente en elaboración).

De las líneas estratégicas territoriales se derivan cuatro líneas de acción identificadas como Sistema de Regiones, Sistema de Localidades Estructurales, Sistema Turístico y Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Se proponen 5 regiones en el Estado: Región Norte, Región del Évora, Región Central, Región Elota - San Ignacio y Región Sur.

La Región Norte se compone por los municipios de Ahome, Choix, El Fuerte, Guasave y Sinaloa, su vocación es agropecuaria detentando el 52.7% del total de la superficie de riego del estado, sin embargo, sólo genera el 28.4% del PIB Estatal. En el sistema turístico, Los Mochis está considerado en el polo de desarrollo denominado Barranca del Cobre, el cual vincula localidades como Los Mochis, Topolobampo, El Fuerte y Mochicahui, siendo los espacios turísticos Topolobampo y El Maviri, además de las presas Josefa Ortiz de Domínguez, Miguel Hidalgo y Huites, así como un turismo de corte cultural en El Fuerte. Topolobampo se incluye entre las localidades donde:

- Se define la necesidad de crear condiciones para un crecimiento enfocado, mediante la definición de las áreas susceptibles a este crecimiento. A través de una definición clara del uso del suelo, marcando la pauta para el desarrollo integral.
- Dado que estos espacios se manifiestan en expansión, es necesario definir los espacios de conservación sobre los que no se ejercerá presiones de habitación, canalizando el uso de las áreas previamente definidas, así mismo el estado demarcará aquellos espacios denominados como reservas debido a las apremiantes necesidades de mantener espacios que en el futuro fungirán como viviendas para el apoyo social.

- Con el objeto de contribuir al equilibrio ambiental, así como abastecer necesidades de la población, es necesario canalizar inversiones en sistemas de saneamiento y depósitos de basura, proyectos que pueden apoyarse de inversiones regionales.
- En materia de vialidades y transportes, es necesario un ordenamiento de los espacios de estacionamiento, que impidan problemáticas de doble fila. Por otro lado, es necesario un sistema que abastezcan a la ciudad en general, pensando en trasportes de calidad, cuyo uso sea de apoyo y no de agentes perturbadores.

Al respecto, se considera que para la zona de Topolobampo se deben establecer áreas de crecimiento que consideren no sólo la vocación turística sino también las necesidades de crecimiento de sectores como el portuario e industrial. En este sentido, dado que no existen aún los programas específicos que requiere el Plan, no existen conflictos entre este y el proyecto de construcción de la terminal portuaria.

III.3.4. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.

Este Plan, que fue decretado en mayo del 2009 en el Periódico Oficial del Estado de Sinaloa, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias y disposiciones de Topolobampo, con el fin de promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

El Artículo 54 de la Sección del texto vigente Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (Última reforma publicado P.O. del 27 de Febrero de 2013), establece que el Plan Director de Desarrollo Urbano, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones, establecidas en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

La fracción IV de Artículo 5 de la misma Ley define a un centro de población como las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables o de conservación por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas *dentro de los límites de dichos centros*, así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para fundación de los mismos.

Por otra parte, el decreto que establece el PDDU deroga las disposiciones contenidas en el Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo publicado el día 22 de junio de 1994 y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo publicado el día 24 de septiembre de 1997. Asimismo, deroga todos los planes parciales, sectoriales o de cualquier otro tipo en materia urbana así como las disposiciones reglamentarias y administrativas que se opongan al decreto y que se encontraban vigentes hasta antes de su publicación, siempre y cuando tuviesen su aplicación en la misma área.

Es importante señalar que el proyecto se encuentra dentro del área de estudio utilizada como referencia en dicho plan pero se encuentra fuera de los límites del centro de población correspondiente a Topolobampo (Figura III.7).

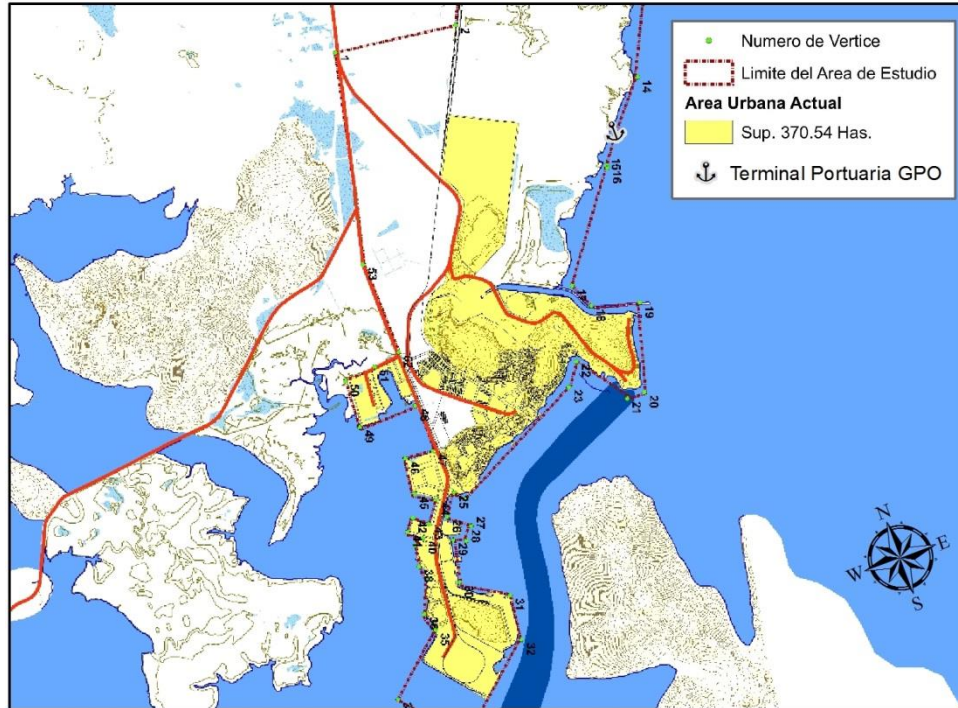


Figura III.7. Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.

De las obras del proyecto, las correspondientes al amonioducto, así como al arranque de la pasarela y la banda transportadora inciden en el territorio regulado por este Plan.

De acuerdo con la zonificación primaria del PDDU (Figura III.8) las obras no serán realizadas en zonas no urbanizables dentro del territorio regulado por este Plan. De acuerdo con la zonificación secundaria (Figura III.9), el uso del suelo en el que incide el proyecto corresponde a Área sujeta a planificar, la cual requerirá para su aprobación, la elaboración de un Plan Parcial de Desarrollo Urbano y los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes en el caso que las autoridades competentes así lo determinen. Para efectos de obtener la autorización para el desarrollo de las obras del proyecto "Terminal Portuaria GPO", el promovente presenta ante la SEMARNAT esta MIA-R.

Los riesgos que se puedan derivar de la construcción, operación y mantenimiento del amonioducto que va de la zona de almacenamiento de la planta a la plataforma de carga del muelle se analizan en el Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0, que se anexa a esta MIA.



Figura III.8. Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.

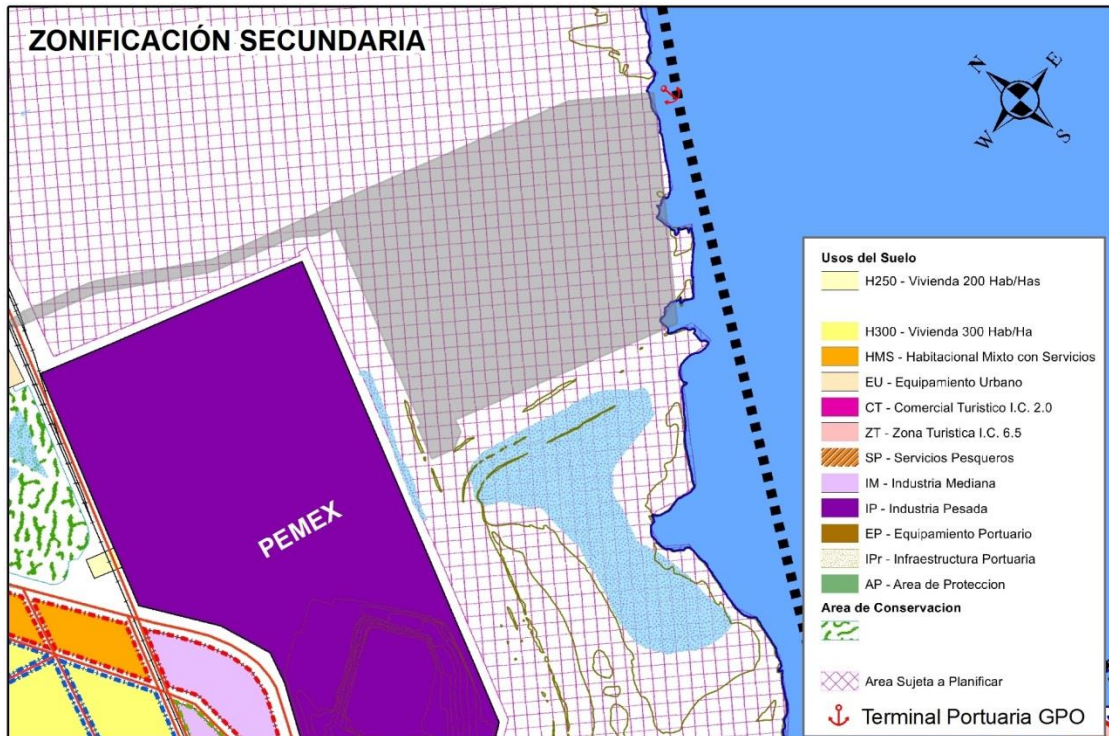


Figura III.9. Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.

III.4. Análisis de los Instrumentos Normativos (Leyes).

III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental a partir de la cual se establece el marco legal del país. En ella se establece la división de poderes con sus alcances, a la vez que garantiza derechos y libertades. La constitución se ha transformado a lo largo del tiempo por medio de diversas adiciones y reformas, siendo la última reforma la publicada en el Diario Oficial de la Federación del 27 de enero del 2016.

El Artículo 2º se refiere a la composición pluricultural de la Nación y su sustento en los pueblos indígenas que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

Entre otras disposiciones, en la fracción IX de este artículo se establece la obligación de las distintas autoridades de consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los estatales y municipales y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones señaladas en este apartado, la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, las legislaturas de las entidades federativas y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, establecerán las partidas específicas destinadas al cumplimiento de estas obligaciones en los presupuestos de egresos que aprueben, así como las formas y procedimientos para que las comunidades participen en el ejercicio y vigilancia de las mismas.

El Artículo 4º establece, en su párrafo cuarto que toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Por otra parte, el Artículo 5º se refiere a la libertad de industria. En él se señala que a ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.

La Ley determinará en cada Estado, cuáles son las profesiones que necesitan título para su ejercicio, las condiciones que deban llenarse para obtenerlo y las autoridades que han de expedirlo.

Nadie podrá ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento, salvo el trabajo impuesto como pena por la autoridad judicial, el cual se ajustará a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 123.

En cuanto a los servicios públicos, sólo podrán ser obligatorios, en los términos que establezcan las leyes respectivas, el de las armas y los jurados, así como el desempeño de los cargos concejiles y los de elección popular, directa o indirecta. Las funciones electorales y censales tendrán carácter obligatorio y gratuito, pero serán retribuidas aquéllas que se realicen profesionalmente en los términos de esta Constitución y las leyes correspondientes. Los servicios profesionales de índole social serán obligatorios y retribuidos en los términos de la ley y con las excepciones que ésta señale.

El Estado no puede permitir que se lleve a efecto ningún contrato, pacto o convenio que tenga por objeto el menoscabo, la pérdida o el irrevocable sacrificio de la libertad de la persona por cualquier causa.

Tampoco puede admitirse convenio en que la persona pacte su proscripción o destierro, o en que renuncie temporal o permanentemente a ejercer determinada profesión, industria o comercio.

El contrato de trabajo sólo obligará a prestar el servicio convenido por el tiempo que fije la ley, sin poder exceder de un año en perjuicio del trabajador, y no podrá extenderse, en ningún caso, a la renuncia, pérdida o menoscabo de cualquiera de los derechos políticos o civiles.

La falta de cumplimiento de dicho contrato, por lo que respecta al trabajador, sólo obligará a éste a la correspondiente responsabilidad civil, sin que en ningún caso pueda hacerse coacción sobre su persona.

III.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta Ley, cuya última actualización se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 24 de enero de 2017, contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo las obras y actividades que integran el proyecto para la construcción y operación de la terminal portuaria. De acuerdo con el Artículo 28, la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual se busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad incluida en el reglamento en materia de impacto ambiental, requieren de obtener la autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en materia de impacto ambiental. El proyecto requiere de una manifestación de impacto ambiental, ya que se vincula a las actividades generales consideradas en las siguientes fracciones del artículo 28 de la Ley:

- Fracción I, ya que implica una obra hidráulica y un ducto.

- La Fracción X, que contempla a las obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales aplica por tratarse de una zona costera.

Por otra parte, el Artículo 30 de la Ley señala, entre otras cosas, que cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas, se deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente, por lo que junto con la Manifestación de Impacto Ambiental se presenta el Estudio de Riesgo nivel 0 para el amonioducto.

De acuerdo al artículo 35, el promovente podría otorgar seguros o garantías respecto al cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización del proyecto, en caso de que, durante su desarrollo, ocurra un evento fortuito que ocasione daños graves al ecosistema (seguro ambiental).

En concordancia con los artículos 70 y 83, el promovente preservará las especies de flora y fauna silvestres, tanto terrestres como marinas (específicamente las bentónicas), y en especial aquellas que se encuentren bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, e implementará un programa para su rescate/reubicación de estas especies en caso de encontrarlas en el Área del Proyecto.

En conformidad con los criterios establecidos en el artículo 98, dirigidos a la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, el promovente acatará las disposiciones emitidas en los Programas de Ordenamiento Ecológico y los Programas de Desarrollo Urbano, referentes al uso de suelo, de modo que se preserven sus condiciones.

En cuanto a los artículos 110 y 113, referentes a las emisiones de contaminantes a la atmósfera, es importante mencionar que sólo los equipos utilizados durante la etapa de construcción operan con diésel o gasolina (incluyendo la draga y los martillos) y en la operación son eléctricos (incluyendo las garzas y grúa de carga). Las emisiones se controlarán mediante un programa de mantenimiento de maquinaria y equipos.

Respecto al artículo 155, referente a las emisiones de ruido, vibraciones, energía lumínica y contaminación visual, el promovente implementará las medidas preventivas y correctivas, e instalará los dispositivos necesarios, para que dichas emisiones no superen

los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente y aplicable, especialmente durante la etapa de construcción, con la finalidad de mantener el equilibrio ecológico. No se prevén emisiones significativas de energía térmica.

III.4.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, y se actualizó el 24 de enero de 2017, y su Reglamento se publicó el 21 de febrero de 2005, y se actualizó el 31 de octubre de 2014. Tiene, entre otros objetivos, regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

De acuerdo a las definiciones del artículo 7 de la Ley, un terreno forestal es *"el que está cubierto por vegetación forestal"*, la cual a su vez, es *"el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales"*, mientras que un terreno preferentemente forestal se define como *"aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados"*. Los tipos de vegetación que rodean el Área de Proyecto se consideran forestales, de acuerdo con las definiciones del artículo 2 del Reglamento:

- Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 m², excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del INEGI.
- Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 m². Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación

del INEGI, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea *arbórea o arbustiva* que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

De acuerdo al artículo 117 de la Ley, para realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se requiere elaborar un estudio técnico justificativo que demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Sin embargo, para el desarrollo de las actividades del proyecto **no será removido ningún tipo de vegetación forestal**, por lo que no se requiere cambio de uso de suelo.

III.4.4. Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter).

Esta Ley, cuya última actualización se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 2016, tiene por objeto establecer la concurrencia de los diferentes órdenes de gobierno, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en las zonas bajo jurisdicción federal.

El sitio para el inicio de la pasarela al muelle de carga se encuentra sobre el relleno donde se encuentra en construcción la planta de amoniaco. Este sitio colinda con las dunas con mangle que se encuentran en la orilla de la laguna. Además, parte del amonioducto se encuentra a menos de 100 metros del manglar de bordo que crece en los taludes del canal de la CFE y de la zona de relleno de PEMEX. Estas características determinan que para el proyecto se deba atender lo establecido en el **Artículo 60 Ter**, adicionado a la Ley en febrero de 2007. Sin embargo, el proyecto no afectará la integridad del manglar ni de su entorno ecológico, incluyendo los flujos hidráulicos. En la Tabla III.13 se presentan las disposiciones contenidas en el Artículo 60-Ter de la Ley y su relación con el proyecto. Posteriormente, se describe la información que sustenta la interpretación de tales disposiciones.

Tabla III.13. Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto.

Artículo	Disposiciones	Implicaciones en el Uso del Territorio
60 TER	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	El proyecto se desarrolla en una zona previamente transformada que por el relleno para PEMEX, la planta de amoníaco, el terraplén del ferrocarril y otra infraestructura ha sido aislada de las áreas de inundación que dominan la región. La terminal portuaria se construirá sin afectar la vegetación de mangle y no afectará los flujos hidrológicos que los alimentan.
	Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	La parte terrestre del proyecto se encuentra sin vegetación ni fauna residente, por lo que no tiene un papel relevante para el ecosistema regional. En el sitio existe una zona de manglar sobre la línea de costa que depende directamente de la Bahía de Ohuira. Este cuerpo de manglar no será alterado de ninguna manera por el proyecto.
		El proyecto no afecta la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema, ya que en el sitio donde se construirá no se desarrolla mangle, ya que este ocupa un espacio sobre los bordos de la infraestructura existente que no será alterado.
		El proyecto respeta toda la vegetación de mangle a la orilla de la Bahía de Ohuira y en los bordos, de forma que se mantendrán las interacciones existentes de esa zona con el manglar, la duna y la zona marítima adyacente.

La vegetación en los alrededores del sitio para la terminal portuaria incluye asociaciones vegetales con mangle en diversos estados de desarrollo, ya sea como matorrales o plántulas. La distribución de la vegetación de mangle y la composición de especies no presenta un gradiente como el que generalmente ocurre por las diferencias en el régimen de inundación.

Esta vegetación está dominada por la especie con mayor resistencia a los periodos de desecación (*Avicennia germinans*), mientras que las especies que requieren de alto grado de humedad y de la influencia continua de la marea se encuentran ausentes o cerca del borde de la laguna, en muy baja densidad. La Figura III.10 presenta la cobertura de los tipos de vegetación con mangle que se encuentran en el sitio.

Las características particulares de estas asociaciones vegetales y su distribución se describen a detalle en el Capítulo IV de este documento. En el caso de las asociaciones de manglar o con especies de mangle, estas son las siguientes:

- I. Los manglares con *Avicennia* y *Rhizophora*, que presentan una estructura y composición florística original con el mangle más desarrollado. Estas asociaciones están cerca del sitio donde inicia la pasarela de la terminal portuaria. Presentan un aspecto y composición homogéneos. *Rhizophora mangle* ocupa un área muy pequeña junto a la laguna. Esta superficie no será afectada por la terminal portuaria.

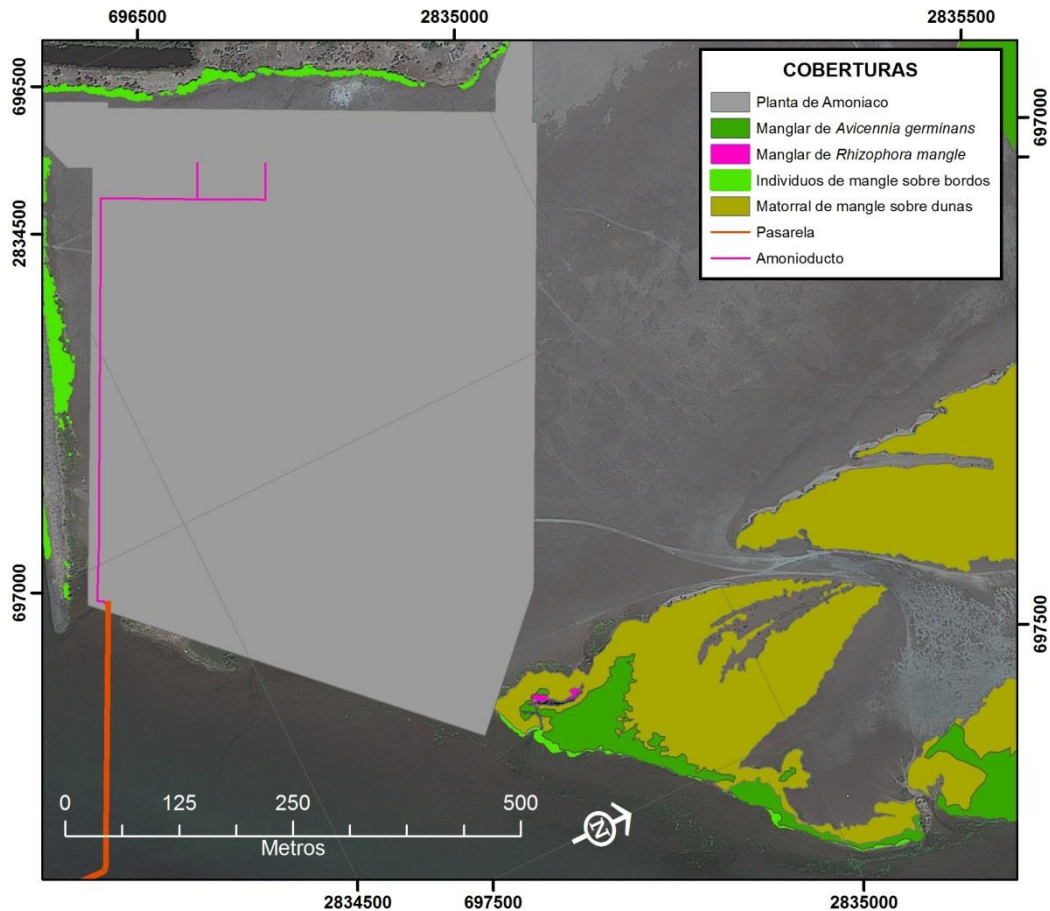


Figura III.10. Vegetación de mangle o con mangle cerca de la terminal portuaria.

- II. El matorral en los bordos, con presencia de *Avicennia germinans*, tiene alturas menores que el manglar conservado e incluye herbáceas típicas de la vegetación halófila o de dunas, así como plántulas de *Rhizophora mangle* que no alcanzan a desarrollarse, por lo que no hay ejemplares adultos de esta especie. A partir del análisis de imágenes históricas del sitio, es evidente que la cobertura manglar tiende a mantenerse dentro de los mismos límites. Se encuentran en la zona cercana al origen del amonioducto y paralelo al trazo.

- III. En la base de las dunas estabilizadas se desarrolla vegetación halófila en el estrato herbáceo. En esta asociación se encuentran ejemplares de mangle en forma de matorral disperso, con una cobertura menor que en las áreas de manglar. También se encuentran plántulas de *Avicennia* y *Rhizophora*. Las dunas se encuentran colindantes al punto donde inicia la pasarela en dirección al muelle.

El proyecto no afectará los manglares de la orilla de la laguna, los bordos ni la vegetación sobre las dunas estabilizadas.

III.4.5. Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 y su última reforma fue publicada el 22 de mayo de 2015, tiene por objeto la protección del ambiente y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Por otra parte, su Reglamento fue publicado el 30 de noviembre de 2006 y su actualización se publicó el 31 de octubre de 2014. Se relaciona con el proyecto, dado que el Promovente generará residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.

Con fundamento en el artículo 35 del Reglamento, el Promovente identificará como residuos peligrosos aquellos que se consideren como tales en conformidad con lo previsto en la Ley o en las normas oficiales mexicanas aplicables (mediante listados o criterios de caracterización y umbrales), o bien, aquellos que siendo peligrosos se mezclen con otro tipo de residuos; también incluirá a los que provengan de su tratamiento, almacenamiento y disposición final, y aquellos equipos y construcciones con los que hubiesen estado en contacto y sean desechados. En el caso de la Terminal Portuaria GPO, en el mantenimiento de algunos equipos se generarán residuos peligrosos. Las actividades de carga en sí mismas no generarán ningún material que se pueda considerar como residuo peligroso.

El volumen generado de residuos peligrosos determinará la categoría de generador del Promovente, con base en lo establecido en el artículo 42 del mismo Reglamento; en ese

sentido, el Promovente estima generar una cantidad mayor a 400 kg y menor a 10 toneladas anuales, por lo tanto, sería considerado como pequeño generador; sin embargo, los residuos generados serán manejados junto con los producidos por la planta de amoniaco, lo que hace que en conjunto GPO pueda generar más de 10 toneladas anuales y, en consecuencia, sea considerada como gran generador. Con base en los artículos 46 y 47 de la Ley, el Promovente deberá cumplir las siguientes obligaciones dependiendo de su categoría como generador de residuos peligrosos:

Gran generador	Pequeño generador
• Registrarse ante la SEMARNAT	• Registrarse ante la SEMARNAT
• Someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	• Sujetar sus residuos a planes de manejo (si aplica)
• Llevar una bitácora	• Llevar una bitácora con el registro de volumen anual de residuos peligrosos generados y sus modalidades de manejo
• Presentar un informe anual sobre la generación y modalidades de manejo de los residuos	
• Contar con un seguro ambiental	

En virtud de que el Promovente será clasificado como gran o pequeño generador de residuos peligrosos, y que almacenará temporalmente dichos residuos dentro del almacén ubicado en la planta de amoniaco, observará y acatará las siguientes condiciones básicas, con fundamento en el artículo 82 del Reglamento:

- a) *Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;*
- b) *Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;*
- c) *Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;*
- d) *Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;*
- e) *Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;*

- f) *Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;*
- g) *Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;*
- h) *El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y*
- i) *La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.*

Asimismo, observará las siguientes condiciones específicas, ya sea que el área de almacenamiento sea cerrada o abierta:

Área cerrada	Área abierta
a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;	a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;	b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;	c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y	d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.
e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.	

Según el Artículo 31 estarán sujetos a un plan de manejo los residuos peligrosos que en él se enlistan y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente. En el caso de la etapa de operación del proyecto, el mantenimiento de las garzas y la banda transportadora genera lo siguiente:

I. Aceites lubricantes usados.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos, el Promovente implementará las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley, el Promovente contratará los servicios de una empresa autorizada por la SEMARNAT, para que realice el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos, y verificará que dicha empresa cuente con la capacidad técnica, así como las autorizaciones correspondientes y vigentes para realizar dichas actividades. En este caso, la responsabilidad por la generación y el almacén temporal de dichos residuos será del Promovente, mientras que la responsabilidad por su manejo, transporte y disposición final, será de la empresa contratada. Es importante resaltar que en la terminal solo se harán actividades de carga de mercancías y no habrá recepción de ningún tipo de residuos proveniente de las embarcaciones ni tampoco se prestarán servicios de avituallamiento, carga de combustible o reparación de navíos.

III.4.6. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Esta ley es de jurisdicción federal fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014. Sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

Se relaciona con el proyecto, en virtud de que el Promovente realizará actividades de dragado, que, según la definición expuesta en el artículo 2 de la Ley, es cualquier "*retiro, movimiento o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua, incluyendo la acción de ahondar y limpiar para mantener o incrementar las profundidades de puertos, vías navegables o terrenos saturados por agua*". Asimismo, colocará materiales para construir el muelle, lo que es considerado como una actividad de vertimiento, de acuerdo al supuesto VI del artículo 3 de la misma Ley. Por lo tanto, se solicitará el permiso correspondiente ante la Secretaría de Marina, para lo cual presentará una justificación bajo los siguientes términos, expuestos en el artículo 8:

- La necesidad de efectuar el vertimiento, posterior a que el interesado demuestre que no es posible otra alternativa;
- El tipo, naturaleza y cantidad de los desechos o materias que pretendan verterse y el peligro que puede representar para la salud humana o el medio ambiente,
- El método, frecuencia y la fecha en que deberá realizarse el vertimiento;
- La forma de almacenar, contener, cargar, transportar y descargar la sustancia o material a verter;
- La ubicación para el vertimiento, la distancia más próxima a la costa, profundidad en el área y técnica proporcionadas por el interesado;
- Los sitios predeterminados por la Secretaría para que se realice el vertimiento;
- La ruta que de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá seguir el buque o aeronave que transporte la sustancia al sitio de vertimiento;
- Las precauciones especiales que deban ser tomadas respecto de la carga, transporte y vertimiento de la sustancia;
- Los pormenores del proceso de producción y de las fuentes de desechos en dicho proceso, y
- La viabilidad de las técnicas para reducir o evitar la producción de desechos.

Los monitoreos ambientales, así como la composición bentónica antes y después del vertimiento, serán realizados por la Dra. María Verónica Morales Zárate, investigadora del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Por otra parte, los estudios batimétricos e hidrodinámicos de la zona de vertimiento serán realizados por el Ing. Miguel Ángel Chávez Vargas, experto en ingeniería marítima.

De acuerdo al mismo artículo, el Promovente suspenderá las actividades de vertimiento cuando un fenómeno meteorológico, o bien el propio vertimiento, por sus características, puedan causar daños a los ecosistemas. Es importante mencionar que el material producto del dragado será dispuesto en tierra, en una zona por definir dentro del puerto de Topolobampo.

III.4.7. Ley de Aguas Nacionales.

Esta Ley, cuya última actualización se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2016, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las

aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

En su artículo 82 Bis 2 establece que *"Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas"*.

En ese sentido, es importante mencionar que el Promovente no realizará descargas de aguas residuales, ni residuos sólidos, al mar. Las aguas residuales generadas en los sanitarios del edificio de control del muelle se almacenarán temporalmente en tanques y posteriormente se llevarán a una planta de tratamiento de aguas residuales de las instalaciones de la empresa.

III.4.8. Ley de Puertos.

La Ley de Puertos, cuya aplicación está a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), regula algunas de las etapas relacionadas con el proceso para la autorización y operación de terminales portuarias. Estas se incluyen en el Capítulo II de la ley, referente a puertos, terminales marinas e instalaciones portuarias.

Según se establece en el Artículo 8, la SCT junto con la Secretaría de Desarrollo Social, se coordinará con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, a efecto de delimitar la zona de desarrollo portuario. También deben observar que la zonificación que establezcan las autoridades competentes al respecto sea acorde con la actividad portuaria.

De acuerdo con el Artículo 9º de la Ley, el proyecto implica instalaciones que se clasifican, por el tipo de navegación como una terminal de altura, donde serán atendidas embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales. En cuanto a sus instalaciones y servicios, enunciativamente, las

terminales se consideran como industriales, cuando se dediquen preponderantemente al manejo de bienes relacionados con industrias establecidas en la zona del puerto, cuando se dediquen al manejo de mercancías o pasajeros en tráfico marítimo.

El Artículo 10 establece que las terminales, marinas e instalaciones portuarias se clasifican por su uso en Públicas, cuando exista obligación de ponerlas a disposición de cualquier solicitante, y Particulares, cuando el titular las destine para sus propios fines y a los de terceros mediante contrato. Este último es el uso al que se destinarán las instalaciones propuestas.

Por otra parte, el Artículo 11 señala que los reglamentos de la Ley establecerán las condiciones de construcción, de operación y explotación de las obras que integren puertos, sin perjuicio de las especificaciones que se determinen los programas maestros del desarrollo portuario, en las concesiones, permisos o contratos respectivos, en las normas oficiales mexicanas y en las reglas de operación del puerto. Es en estos instrumentos donde se encuentran diversas disposiciones que desde el punto de vista ambiental, son relevantes para el desarrollo del proyecto.

El Artículo 44 indica que la utilización de los bienes y la prestación de los servicios portuarios constituyen la operación portuaria. Los servicios portuarios se clasifican en:

- I. Servicios a las embarcaciones para realizar sus operaciones de navegación interna, tales como el pilotaje, remolque, amarre de cabos y lanchaje;
- II. Servicios generales a las embarcaciones, tales como el avituallamiento, agua potable, combustible, comunicación, electricidad, recolección de basura o desechos y eliminación de aguas residuales, y
- III. Servicios de maniobras para la transferencia de bienes o mercancías, tales como la carga, descarga, alijo, almacenaje, estiba y acarreo dentro del puerto.

En este caso, a raíz de la limitación contractual prestación de estos servicios se tendrá la operación de embarcaciones menores y maquinaria para el manejo de carga (que

requerirán mantenimiento), recepción de residuos sólidos y líquidos, así como manejo de combustibles, que podría provocar derrames menores accidentales.

III.4.9. Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

Esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 2006 y actualizada el 19 de diciembre de 2016, tiene por objeto regular las vías generales de comunicación por agua, la navegación, su protección y los servicios que en ellas se prestan, la marina mercante mexicana, así como los actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo. Se relaciona con el proyecto, en virtud de que el muelle y la pasarela que incluye el amonioducto y la banda transportadora de urea, inciden en vías generales de comunicación por agua, por lo que el Promoviente deberá observar y acatar las disposiciones para su protección.

De acuerdo con el artículo 76, está prohibido descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y a la altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar.

En ese sentido, el Promoviente realizará la disposición temporal de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de las aguas residuales que se generen durante el desarrollo de las actividades del proyecto, en conformidad con las disposiciones establecidas en la normatividad vigente y aplicable, y contratará a una empresa autorizada para realizar su transporte y disposición final.

III.5. Análisis de los Instrumentos Normativos (Convenios y Tratados).

III.5.1. Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar).

El sitio propuesto para la terminal portuaria está ubicado dentro de los límites del sitio Ramsar 2025, Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira (Figura III.11), el cual se localiza en su totalidad en el municipio de Ahome, Sinaloa. Este sitio Ramsar abarca tres

lagunas costeras entre los 25° 25' y 25° 50' de latitud norte y los 108° 50' y 109° 31' de longitud oeste. Su área total es de 46,328 ha³, con un espejo de agua de 22,500 ha, de las cuales 4,000 corresponden a la Laguna Santa María, 6,000 a la Bahía de Topolobampo y 12,500 a la Bahía de Ohuira. Los límites del sitio Ramsar incluyen los frentes de playa y la vegetación de manglar del sistema lagunar.

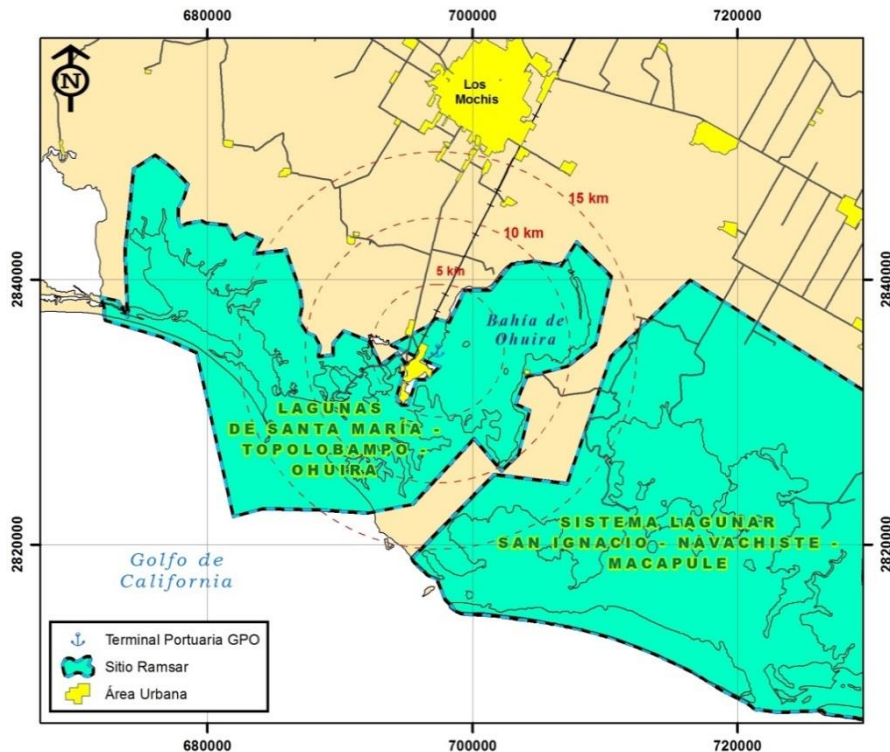


Figura III.11. Ubicación del proyecto en el sitio Ramsar que abarca a la Bahía de Ohuira.

La Convención sobre los Humedales (realizada en 1971 en Ramsar, Irán,) es un tratado intergubernamental cuya misión es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

Para designar un sitio Ramsar no hace falta que el humedal de que se trate esté sujeto ya a alguna clase de régimen jurídico de área protegida, ni que se le confiera uno forzosamente después de su designación⁴.

³ De acuerdo a la información cartográfica en: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/sitiosramsar/RAMSAR142_Mexico_geolTRF92_Mayo15.zip

⁴ Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010. *Designación de sitios Ramsar: Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional.*

En junio de 2007 el total de naciones adheridas a la Convención como Partes Contratantes era de 155 y había más de 1,700 humedales de todo el mundo, con una superficie mayor de 151 millones de hectáreas, designados para su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.

En este documento se analizarán los criterios de inscripción del Sitio Ramsar "2025 - Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira" y a continuación se hará una revisión del proyecto con relación a los Nuevos Lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales. Dichos lineamientos sustituyen a los Lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales aprobados en la Resolución 5.7 de la COP5 en 1993 y publicados en el Manual núm. 8 de Ramsar (enero de 2000) y pueden considerarse como uno de los instrumentos más importante de la convención en cuanto a su aplicación práctica.

Tal como define la Convención, en los humedales se incluye una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses.

La designación de sitios Ramsar se hace con base en nueve criterios divididos en dos grupos. El Grupo A incluye a los sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos. El Grupo B incluye a los sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica. Los criterios Ramsar de inscripción de la zona de estudio incluyen el 2, 3, 4, 5, 6 y 8 (Tabla III.14):

Tabla III.14. Criterios Ramsar del sitio 2025.

No.	Criterios de Ramsar	Implicaciones al proyecto
2	En el complejo insular en estudio anida <i>Egretta rufescens</i> , la cual es un ave sujeta a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). Aunque son pocos los estudios, dentro del sistema lagunar y en el mar adyacente se ha confirmado el uso como zona de alimentación y crianza para tortugas marinas en estadios de vida que van desde juveniles, inmaduros o subadultos y adultos de tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>), de	La terminal portuaria no se desarrolla en zonas donde hay anidación de <i>Egretta rufescens</i> . En principio, no habrá obras que puedan afectar permanentemente el sistema lagunar para su uso como zona de alimentación y crianza para tortugas marinas sujetas a protección especial por la Norma

Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 17. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Tabla III.14. Criterios Ramsar del sitio 2025.

No.	Criterios de Ramsar	Implicaciones al proyecto
	<p>igual manera se confirmó la presencia de tortuga prieta (<i>Chelonia mydas agassiz</i>), tortuga laúd (<i>Dermochelys coriacea</i>) y Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) todas sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) y presentes en la lista roja de la UICN como en peligro de extinción y las últimas dos consideradas en peligro crítico.</p>	<p>Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010*) y presentes en la lista roja de la UICN como en peligro de extinción y las últimas dos consideradas en peligro crítico. Para evitar conflictos con este criterio del sitio Ramsar el proyecto aplicará medidas de mitigación durante la etapa de construcción.</p>
3	<p>En la flora de las islas se distribuyen varias especies catalogadas en diferentes categorías dentro de diferentes entidades como la NOM-059-ECOL-2001, así como en IUNC Species Survival Commission, y la CITES; destacándose los manglares (<i>Rhizophora mangle</i>, <i>Laguncularia racemosa</i>, <i>Avicennia germinans</i> y <i>Conocarpus erectus</i>) con estatus de protección especial por su función durante la fase reproductiva de numerosas especies de importancia comercial como el camarón, el ostión y diversas especies de peces; así como una serie de cactáceas como el tasajo (<i>Peniocereus marianus</i>) y la viznaguita endémica de la región de Topolobampo (<i>Echinocereus sciurus var floresii</i>), la cual solo es reportada para la isla Mazocahui I. Es además el sitio de distribución más austral de <i>Lophocereus schottii</i>. Otras especies importantes para su conservación que se presentan en las islas son la saya (<i>Amoreuxia palmatifida</i>) y el guayacán (<i>Guaiaacum coulteri</i>), y otras cactáceas de extraordinaria belleza como lo son: <i>Ferocactus townsendianus var. townsendianus</i>; <i>Mammillaria dioica</i>, <i>Mammillaria mazatlanensis</i>; <i>Opuntia burragiana</i>, <i>Opuntia fulgida</i>, <i>Opuntia puberula</i>, <i>Opuntia rileyi</i>, <i>Opuntia spraguei</i>, <i>Opuntia wilcoxii</i>; <i>Pachycereus pectenaborigenum</i>; <i>Stenocereus alamosensis</i> y <i>Stenocereus thurberi</i>. Adicionalmente, en el sitio se ha ubicado como poseedor de una especie endémica de la viznaguita <i>Echinocereus sciurus var floresii</i>.</p>	<p>El proyecto no afecta de ninguna manera la flora de las islas, que incluyen varias especies catalogadas en diferentes categorías dentro de diferentes entidades como la NOM-059-SEMARNAT-2010*, la IUNC y la CITES. No afectará su función durante la fase reproductiva de numerosas especies de importancia comercial ni de cactáceas Adicionalmente, en el sitio se ha ubicado como poseedor de una especie endémica de la viznaguita <i>Echinocereus sciurus var floresii</i>.</p> <p>Al no intervenir la vegetación de las islas, no se afecta a ninguna especie endémica.</p> <p>El proyecto no presenta conflictos con este criterio de inscripción del sitio Ramsar.</p>
4	<p>En el complejo insular en estudio las colonias anidantes más abundantes son <i>Pelecanus occidentalis</i>, <i>Phalacrocorax auritus</i> y <i>Fregata magnificens</i>. Sin embargo también anidan <i>Egretta rufescens</i> y <i>Nyctanassa violacea</i>, las cuales son aves sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). Es importante recalcar que aparte de ser zonas de anidación también es área de alimentación para algunas especies sujetas a protección especial como lo son: <i>Mycteria americana</i>, <i>Larus hermanni</i>, <i>Larus livens</i>, <i>Sternula antillarum</i> y <i>Thalasseus elegans</i> (Sánchez-Bon 2008)</p>	<p>La superficie de la laguna donde se instalará la terminal no hay colonias anidantes de ninguna especie. Sin embargo si puede ser área de alimentación para algunas especies sujetas a protección especial junto con otras especies las cuales serían perturbadas durante la etapa de construcción. El proyecto no afectará este servicio ambiental de forma permanente.</p>
5	<p>En el sistema lagunar también se cuenta con registros de grandes parvadas de pelecanidos en sitios de descanso, anidación y alimentación, los cuales sobrepasan los 20,000 individuos, particularmente en la Isla Patos, en donde se han contabilizado 20,000 aves del orden de los pelecaniformes correspondientes a las especies de <i>Pelecanus Occidentales</i> y <i>Phalacrocorax auritus</i>. (Sánchez-Bon 2009).</p>	<p>Durante los estudios de campo se observaron numerosos individuos de <i>Pelecanus occidentalis</i> en la zona cercana al inicio de la pasarela. Sin embargo, dicha zona solo es de paso para los individuos de esta especie, ya que no hay sitios de descanso ni de anidación. La afectación podría deberse a la reducción de espacios para alimentación; sin embargo, en el resto de la Bahía de Ohuira hay varios sitios para ello, sobre todo en la franja costera y en las partes más someras, tal como Paredones que pueden ser empleados por las especies de aves playeras. En cuanto a los pelicanos y otras especies marinas, sus áreas de alimentación son extensas y usualmente se desplazan para alimentarse hasta a 50 km de sus zonas de anidación. En este caso la zona costera frente a la sierra de Navachiste o en otros sistemas lagunares. Por otra parte, las actividades de construcción pueden provocar el alejamiento de las especies neotónicas, aunque estas pueden ser capturadas por las aves aun cuando se refugien en aguas más profundas.</p>

Tabla III.14. Criterios Ramsar del sitio 2025.

No.	Criterios de Ramsar	Implicaciones al proyecto
		No se observaron individuos de <i>Phalacrocorax auritus</i> . Por lo tanto, no se prevén afectaciones significativas sobre este grupo de especies
6	<p>Es el noveno de los 28 humedales prioritarios, identificados por DUMAC, que albergan al 84% de las aves acuáticas migratorias distribuidas en México durante el período invernal. En estos humedales habitan temporalmente el: 65% de las Cercetas de Alas Verdes (<i>Anas crecca</i>); 69% de los Patos golondrinos (<i>Anas acuta</i>); 84% de las Cercetas de Alas Azules (<i>Anas discors</i>); 68% de los Patos Cucharones (<i>Anas clypeata</i>); 76% de los Patos Pintos (<i>Anas strepera</i>); 77% de los Patos Calvos (<i>Anas americana</i>); 92% de los Patos Pijijes de Ala Blanca y Ala Negra (<i>Dendrocygna autumnalis</i> y <i>D. bicolor</i>); 91% de los Patos Cabeza Roja (<i>Aythya americana</i>); y 63% de los Patos Boludos (<i>Aythya affinis</i>; Dumac; 2007).</p> <p>Ocupa el cuarto lugar en importancia de los seis humedales que albergan más del 40% de las aves acuáticas migratorias invernantes en México, y es un área que tiene mayor importancia o está más ligada al Pato Calvo (<i>Anas americana</i>), la Branta Negra (<i>Branta bernicla</i>), y al pato friso (<i>Anas strepera</i>; DUMAC, 2007).</p>	En la porción de la laguna donde se desarrollará el proyecto no se encuentran aves acuáticas migratorias de las especies señaladas en este criterio.
8	<p>De acuerdo a los estudios realizados en la zona (Balart et al., 1992; Gutiérrez-Barreras, 1999), se pone de manifiesto la importancia de la zona como área de alimentación de estadios tempranos de recursos pesqueros importantes y reclutamiento de numerosas especies de peces, se han identificado un total de 109 especie y 76 géneros que representan a 45 familias. Las familias representadas con el número más grande de especies son: Sciaenidae (10 spp.), Haemulidae (10 spp.), Carangidae (9 spp.), Gerreidae (8 spp.), Paralichthyidae (7 spp.), Lutjanidae (6 spp.), y Engraulididae (5 spp.). Se sabe previamente de un rango geográfico que se extiende para <i>Ariopsis guatemalensis</i>, <i>Centropomus armatus</i>, <i>Trachinotus kennedy</i> y <i>Ophioscion scierus</i> (Balart, et al., 1992) y entre ella algunas especies de alto valor económico como <i>Anchoa spp</i>, <i>Paralabrax nebulifer</i> y <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (De Silva et al, 2005). El área funciona como zona de crianza de y alimentación de postlarvas de camarones donde las especies más abundantes son <i>Farfantepenaeus californiensis</i> (74%), seguidas de las postlarvas del camarón azul <i>Litopenaeus stylirostris</i> (15%), blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (10%) y rojo <i>Farfantepenaeus brevisrostris</i> (1%), registrándose arribadas de postlarvas en verano de hasta 46 PL/100 m³.</p>	<p>El incremento en la turbidez del agua por la construcción del proyecto puede afectar temporalmente áreas de alimentación de estadios tempranos de recursos pesqueros importantes y reclutamiento de numerosas especies de peces.</p> <p>El mangle en los bordos cercanos se encuentra por encima de los niveles de inundación y no sustenta especies marinas en su sistema radicular.</p> <p>Se considera que el proyecto no tiene conflicto con este criterio de inscripción del sitio Ramsar.</p>
* La nomenclatura actual de la NOM-059-ECOL-2001 es NOM-059-SEMARNAT-2010.		

De acuerdo con la ficha de inscripción, el sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María está compuesto por tres cuerpos costeros localizados en el noroeste del estado de Sinaloa. La Bahía de Santa María, conocida también como Bahía Lechuguilla o Estero San Esteban (Gilmartin y Revelante, 1978), es una laguna costera típica que se extiende en forma paralela a la costa en dirección noroeste, y se encuentra separada de la Bahía de Topolobampo por un canal de 800 metros de ancho. Este sistema tiene 15 kilómetros de largo y 2 a 3 kilómetros de ancho y cuenta con un área de aproximadamente 40 km² (Escobedo-Urías, 1997). La Bahía de Topolobampo es uno de los puertos naturales más importantes del Pacífico mexicano y posee un área de aproximadamente 60 km². Se

encuentra separada del Golfo de California por las barras de arena de la Isla Santa María en el noroeste y Punta Copas en el Sureste. Estas tienen un promedio de 2 kilómetros de ancho y están en partes cubiertas por dunas de arena.



Figura III.12. Estero Juan José Ríos, al este de la Bahía de Ohuira.

El sitio se consideró con importancia internacional por tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos.

- **Sitios que ofrecen un modelo de uso racional de humedales, que demuestren la aplicación de conocimiento tradicional y métodos de manejo y uso que mantengan las características ecológicas de los humedales:** El principal uso de los recursos naturales en el sitio es la pesca, misma que ha evolucionado a lo largo de los años, de prácticas destructivas a un uso cada vez más sustentable por parte de los pescadores organizados, ya que por acuerdo en la zona solo se utilizan las artes de pesca que aseguren la captura de las especies de la talla comercial reglamentaria, así como se evite la destrucción del hábitat tanto litoral como bentónico.
- **Sitios donde las características ecológicas del humedal dependen de la interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas:** Debido a la creciente degradación ambiental que ha sufrido el sistema lagunar, y con la finalidad de coadyuvar en las tareas de conservación de los recursos naturales de la zona, tanto las 3 federaciones de pescadores como los principales prestadores de servicios turísticos se han integrado al subcomité asesor zona norte de la CONANP para el adecuado manejo del APFF "Islas del Golfo de California". Esta situación, así como la estrecha colaboración de los pobladores con las instituciones que realizaran permanentemente investigación científica en la región.

El proyecto no interfiere con ninguno de los valores ecológicos importantes señalados, aunque si implica tomar en consideración otros usos y tendencias de desarrollo de la región por la presencia de actividades portuarias e industriales. A continuación se revisa el proyecto con relación al Sitio Ramsar "2025 - Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira" y los Nuevos Lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales. Es importante destacar que dentro del sitio Ramsar existe infraestructura y se realizan diversas actividades (Figura III.13). Los lineamientos considerados aportan orientaciones adicionales sobre evaluación del impacto ambiental, social y económico y análisis de costos-beneficios, zonificación y uso múltiple, creación y mantenimiento de zonas de amortiguación y la aplicación del enfoque de precaución.

Dado que los sitios Ramsar oscilan en tamaño entre una y más de seis millones de hectáreas, estos lineamientos indican que deben aplicarse con flexibilidad teniendo en cuenta las características y circunstancias particulares de cada Sitio Ramsar u otro humedal.



Figura III.13. Infraestructura y actividades cerca del límite del sitio Ramsar.

Uno de los aspectos considerados en la propuesta del proyecto es que aun dentro de un Sitio Ramsar puede haber unidades de manejo, zonificación y zonas de amortiguación que permitan el desarrollo de otras actividades adicionales a la conservación.

Los lineamientos indican que, por regla general, los procesos de planificación del manejo y el plan de manejo debieran abarcar todo el sitio. No obstante, cuando el humedal se compone de más un subsitio rodeado de zonas donde la tierra se destina a otros usos (por ejemplo, distintos humedales adyacentes a la llanura inundable de un río importante), quizá convenga contar con un plan para cada subsitio. Ahora bien, los planes para estos subsitios debieran enmarcarse en un plan global que ha de elaborarse antes que los de los subsitios. Aunque dentro del sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira podrían identificarse subsitios, también es cierto que el Sitio Ramsar es muy extenso, abarcando 46,328 ha.

En estos casos, cuando el humedal es muy extenso, los lineamientos indican que tal vez convenga subdividir el sitio en sectores o zonas contiguas y elaborar planes de manejo distintos para cada uno de ellos en el marco de un plan global preestablecido. Las características del sitio y su relación con otros usos de la tierra en las zonas adyacentes, incluyendo el puerto de Topolobampo y la propuesta del proyecto, también pueden justificar zonificarlos de otra manera.

En general, los sitios Ramsar oscilan entre los que corresponden únicamente a la zona del humedal propiamente dicho y los que abarcan extensas zonas colindantes de hábitats distintos, donde las tierras a menudo se destinan a múltiples usos. Esta gran variedad por lo que respecta a lo que queda comprendido dentro de los límites de los sitios Ramsar significa que todo régimen de zonificación aplicado en el marco de la Convención ha de ser lo bastante versátil y flexible como para dar cabida a esta variedad de características de los sitios.

Cuando el sitio propiamente dicho no comprende una zona de amortiguación generalmente resulta apropiado, a efectos de la planificación del manejo, definir y establecer una alrededor de la zona húmeda central definida dentro del Sitio Ramsar u otro humedal. La zona de amortiguación debiera corresponder a la que rodea el humedal y donde se realicen actividades de aprovechamiento de las tierras capaces de afectar directamente a las características ecológicas del humedal y el objetivo de uso de la tierra en la zona de amortiguación ha de ser que la ordenación del ecosistema asegure su carácter sostenible y su compatibilidad con las características ecológicas del humedal. Si éste se compone de varios subsitios distintos debiera establecerse una zona de

amortiguación para cada uno de ellos, comprendida, cuando proceda, la zona que los separa. En este caso, la zona de amortiguamiento puede incluir aquellas áreas con interacciones con otras actividades que serán monitoreadas y donde se pueden aplicar, por ejemplo, condiciones particulares para descarga o medidas de compensación.

Los lineamientos señalan que la ubicación de la zona de amortiguación en relación con la zona central de los sitios Ramsar variará en función de los ecosistemas que se hallen dentro de sus límites. Si el sitio comprende el humedal y sus alrededores, la zona de amortiguación debiera extenderse desde los límites del sitio designado hasta una 'zona central', posiblemente el propio ecosistema del humedal, definida dentro del sitio.

Aun cuando muchos sitios Ramsar se hallan dentro de áreas protegidas, donde las tierras se destinan sobre todo a la conservación del humedal, al igual que las reservas de biosfera, muchos son sitios de usos múltiples, como es el caso del Sitio Ramsar 2025, que rodea instalaciones portuarias e industriales. En sitios de este tipo el objetivo del manejo respecto del uso de **la parte central del humedal** es, en general, velar por el mantenimiento o fortalecimiento de las características ecológicas del humedal de forma que sus valores y funciones sigan estando al servicio de la conservación de la biodiversidad y de la población como fuente de sustento.

Los lineamientos señalan que todo régimen de zonificación debiera tener en cuenta los actuales usos múltiples de los sitios Ramsar y de sus alrededores y velar por que los objetivos de manejo fijados en la zona central se conciban sobre todo para mantener las características ecológicas del humedal y de forma que los que se fijen respecto de cualquier clase de zona de amortiguación adyacente sean compatibles con el mantenimiento de dichas características. Al respecto cabe señalar que el desarrollo del proyecto no altera ni reduce las características ecológicas contempladas en los criterios de inscripción.

La zonificación es un aspecto importante de la delimitación y gestión de las Reservas de Biosfera como sitios de usos múltiples, demuestra que la zonificación contribuye en grado apreciable a reducir los conflictos separando las actividades potencialmente conflictivas y que al mismo tiempo asegura que las tierras se puedan seguir utilizando para fines legítimos con un mínimo de discordia.

Todo régimen de zonificación debiera implantarse con la participación de los interesados directos desde un principio, pues muchos conflictos aparecen a la hora de fijar los límites entre los distintos sectores. La fijación de objetivos de zonificación y manejo para cada sector (lo que supone especificar qué actividades debieran autorizarse en ellos y cuáles no) es un aspecto importante del proceso de conseguir que las comunidades, los pueblos indígenas y otros interesados directos participen de cerca en el manejo del humedal. Al respecto debe tomarse en cuenta que a pesar de la presencia del puerto y la zona industrial de Topolobampo, la definición de los límites del Sitio Ramsar no incluyó un proceso de consulta previo.

Otro aspecto considerado en los lineamientos de manejo son las funciones de la planificación del manejo de los humedales, con las que se considera que el proyecto puede ser compatible. Las funciones más importantes del proceso de planificación del manejo de los humedales y de un plan de manejo son:

Función I.- Definir los objetivos de manejo del sitio. Esta es la función más importante del proceso de planificación. Es esencial definir los objetivos de manejo respecto de cada una de las características ecológicas importantes del sitio y de todo otro rasgo importante relacionado con las funciones y los valores del sitio, comprendidos los valores socioeconómicos, culturales y educativos. En este caso el sitio prácticamente abarca un puerto y una zona de actividad industrial con generación de energía eléctrica y manejo de combustibles que definen tendencias de desarrollo, por lo que se supondría que los objetivos deben incluir la prevención del deterioro del Sitio Ramsar sin menoscabo de las actividades económicas. En particular, este sitio requiere también de acciones de restauración y no sólo de conservación.

Función II.- Determinar los factores que afectan o pueden afectar a las características. La capacidad de alcanzar los objetivos de uso racional y conservación de los humedales resultará afectada siempre en algún grado por diversos factores, como tendencias, restricciones y obligaciones y, de hecho, por todo aquello que haya influido, influya o pueda influir en los rasgos del sitio donde se fijan objetivos. Es esencial determinar todos los factores importantes y que se examine su impacto en el sitio, sobre todo en sus características ecológicas. Para esto, el presente proyecto constituye un

elemento que influye y refleja una tendencia del desarrollo a largo plazo, sin afectar los criterios de inscripción del Sitio Ramsar. En este caso la evaluación del impacto ambiental (EIA) de este y otros factores significativos puede contribuir al proceso de planificación.

Función III.- Dirimir conflictos. En este caso como en la mayor parte de los sitios habrá conflictos de interés y dificultades para fijar prioridades. Es esencial que el proceso de planificación sea reconocido como foro para dirimir conflictos y formalizar compromisos cara al futuro. En este sentido el promovente del proyecto busca interactuar con las autoridades responsables del Sitio Ramsar y con la comunidad local para desarrollar el proyecto sin afectar el medio ambiente ni las actividades de otros usuarios del sistema.

Función IV.- Definir las necesidades de monitoreo. Una de las funciones del monitoreo, en el contexto de la planificación del manejo, es evaluar su eficacia. Es esencial saber que los objetivos se están alcanzando y poder demostrarlo a terceros. Se ha de reconocer pues que el monitoreo forma parte integrante del manejo y de la planificación. Éste debiera concebirse para identificar y manejar todo cambio en las características ecológicas del sitio. Al respecto, las actividades del Promovente incluyen un programa de monitoreo a largo plazo, que proporcionará información a las autoridades ambientales y la administración del sitio Ramsar en acerca de los cambios que puedan ocurrir en el sitio, con miras a prevenir cualquier tipo de deterioro. Adicionalmente, dichos programa de monitoreo puede complementarse o integrarse con otros programas que existan en la zona para mejorar la cobertura y homologar la obtención de datos.

Función V.- Determinar y explicar qué gestión hace falta para alcanzar los objetivos. En la mayor parte de los casos de hábitat o especies que requieren protección será necesario tomar medidas de alguna clase, esto es, gestionar. Según se ha explicado, el plan especifica los objetivos de la gestión y de esto se deriva que también deba determinar y describir las medidas requeridas y evaluar su costo. Dado que en el Sitio Ramsar "2025 - Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira" existen áreas que requieren acciones de restauración, se considera que quienes desarrollan actividades en el sitio pueden contribuir según sus posibilidades, a proponer medidas y aportar recursos para alcanzar los objetivos de manejo. También como parte de las gestiones se podría contemplar enlazar los programas de monitoreo que se realizan en el sitio para mejorar la información que se obtiene y facilitar el acceso a la misma.

Función VI.- Mantener la continuidad de un manejo efectivo. La continuidad de un manejo y monitoreo efectivos es esencial. Los procesos de gestión han de adaptarse para dar cabida a un amplio espectro de factores variables. Aun cuando la gestión variará cuando las circunstancias lo requieran, su finalidad debiera permanecer relativamente constante. Por esto hace falta mantener no sólo la continuidad de determinados procesos especificados, sino también la efectividad del manejo. La continuidad del monitoreo es tan importante como la del manejo. En este sentido, los programas de manejo ambiental que generalmente se requieren en las distintas autorizaciones de impacto ambiental podrían integrarse para tener programas de monitoreo constantes y de largo plazo.

Función VII.- Conseguir recursos. La planificación del manejo debe determinar y cuantificar los recursos necesarios para administrar el sitio y esto debe abarcar la elaboración de un presupuesto detallado. Esta información se puede emplear luego para respaldar y justificar solicitudes de recursos. Suele ser difícil, particularmente en los países en desarrollo, asignar fondos para ejecutar planes de manejo, pero es esencial que éstos especifiquen mecanismos para financiar el manejo. Estos mecanismos pueden comprender la generación de ingresos en el sitio, por ejemplo, gracias al turismo, al aprovechamiento de carrizos, a la pesca, etc., y/o al establecimiento de un fondo fiduciario u otro mecanismo de financiación a largo plazo para el sitio. En muchos casos tal vez sea necesario evaluar la capacidad de la organización encargada de ejecutar el plan de manejo en una de las primeras etapas de su preparación. En este caso puede buscarse la contribución de organismos privados con actividad en la zona, incluyendo al Promovente del presente proyecto o el desarrollo de medidas de compensación dentro de un programa general, que sería así financiado, por ejemplo, por el sector privado.

Función VIII. Hacer posible la comunicación en los sitios y entre ellos, las organizaciones y los interesados directos. La comunicación es esencial en todo organismo, así como entre organismos y personas. Los planes de manejo y el proceso de planificación del mismo son medios de exponer antecedentes de forma estructurada y asequible que informen a terceros sobre el sitio, las metas de la administración y los procesos de gestión. La planificación y el manejo para mantener las características ecológicas dependen sobre todo de la disponibilidad de información. Es asimismo importante que los encargados de elaborar el plan estén familiarizados con las técnicas y

los procedimientos de manejo concebidos o perfeccionados en otros lugares. Los componentes de comunicaciones, educación y concienciación del público desde la puesta en marcha del plan hasta su ejecución plena debieran definirse claramente. Al respecto, el proyecto desarrolla actividades de comunicación con diversos actores locales y cuenta con mecanismos para recepción y atención de quejas que pueden facilitar el trabajo de la administración del Sitio Ramsar.

Función IX.- Demostrar que el manejo es efectivo y eficiente. Los encargados de elaborar el plan han de hallarse siempre en posición de demostrar que están empleando los recursos al máximo y que el manejo será efectivo. En otras palabras, el plan debiera sentar las bases para todo análisis de costos-beneficios. Es importante también que se reconozca la necesidad de rendir cuentas. Para esto, mediante acuerdos con los distintos usuarios del sistema sería posible integrar toda la información para verificar que no haya degradación del sistema o que si se presentase un problema este pueda ser corregido de forma rápida y eficiente.

Función X.- Asegurar el cumplimiento de las políticas locales, nacionales e internacionales Es esencial que el plan de manejo tenga presente un amplio espectro de políticas, estrategias y leyes y que se ciña a ellas. De vez en cuando las políticas pueden ser contradictorias y por ende una de las funciones del plan ha de ser integrar las distintas políticas. Una Política Nacional de Humedales y los planes y políticas nacionales de biodiversidad conexos representan el contexto y marco para elaborar planes de manejo de los sitios. En particular, el plan debiera contribuir a ejecutar la Política Nacional de Humedales y/o la estrategia nacional de biodiversidad y otros planes y políticas afines. Al respecto, el proyecto cumple con los requerimientos en materia de impacto ambiental y cumplirá con la normatividad aplicable a fin de garantizar que no constituirá un factor de degradación del medio natural en el Sitio Ramsar y que no afecta los criterios de inscripción del mismo.

Otro aspecto muy importante relacionado con los puntos descritos anteriormente es que la Convención Ramsar no pretende sustituir la planeación y el ordenamiento de la zona costera exclusivamente con la inscripción de sitios Ramsar. En el Anexo de la Resolución VIII.4 por la Conferencia de las Partes Contratantes en su Octava Reunión en el 2002, la conferencia de las Partes Contratantes insta a las Partes Contratantes a velar por que los

humedales costeros y sus valores y funciones para el bienestar humano, inclusive su función de mitigación de los impactos del cambio climático y aumento del nivel del mar y su importancia para la conservación de la diversidad biológica, sean reconocidos plenamente en la planificación y la toma de decisiones en las zonas costeras, incluso impulsando iniciativas de **Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC)**, e insta además a las Partes Contratantes a cerciorarse de que los encargados de poner el MIZC en práctica en los planos local, regional y nacional en sus territorios tomen conocimiento de los Principios y lineamientos adjuntos a la Resolución y los apliquen. Los principios generales y la práctica del Manejo Integral de la Zona Costera reconocen que en general sus fines son:

- i) Orientar el grado de los usos o intervenciones en las zonas costeras para no sobrepasar la capacidad de sustentación de la base de recursos determinando qué recursos es necesario aprovechar sin provocar su degradación o agotamiento y qué recursos es preciso renovar o rehabilitar para destinarlos a usos tradicionales o nuevos;
- ii) Respetar los procesos dinámicos naturales fomentando los procesos provechosos y evitando las intervenciones perjudiciales;
- iii) Reducir los riesgos para los recursos vulnerables;
- iv) Asegurar la diversidad biológica de los ecosistemas costeros;
- v) Fomentar las actividades complementarias en vez de competitivas;
- vi) Velar por que los objetivos ambientales y económicos se alcancen con un costo aceptable para la sociedad;
- vii) Proteger los usos y derechos tradicionales y el acceso equitativo a los recursos; y
- viii) Resolver los problemas y conflictos sectoriales.

Así, se considera que la realización del proyecto y el desarrollo futuro de la zona, siempre y cuando incorporen medidas para la prevención del deterioro ambiental, puede integrarse al plan de manejo del Sitio Ramsar, buscando que no se rebasen los límites de aprovechamiento que puedan provocar su degradación o agotamiento del sistema. En ese sentido serán de gran importancia los programas de monitoreo que se realicen y el uso que se dé a la información.

III.5.2. Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (BWM).

Este convenio fue adoptado por la conferencia diplomática en la Organización Marítima Internacional (OMI) el 13 de febrero de 2004 y su entrada en vigor será el 8 de septiembre de 2017. En México el convenio fue aprobado por la Cámara de Senadores el 8 de noviembre de 2007.

El Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques tiene por objeto evitar la propagación de organismos acuáticos perjudiciales de una región a otra, estableciendo normas y procedimientos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos de los buques.

Las especies acuáticas invasivas representan una gran amenaza para los ecosistemas marinos, y se ha determinado que el transporte marítimo constituye una importante vía para la introducción de especies en nuevos entornos. El problema se agravó a medida que el volumen del comercio y el tráfico se fueron ampliando a lo largo de los últimos decenios, en particular con la introducción de los cascos de acero que permiten a los barcos usar agua como lastre en lugar de materiales sólidos. En muchas partes del mundo, los efectos de la introducción de nuevas especies han sido devastadores.

Los barcos que arriben a la terminal para cargar amoniaco deberán hacer los recambios de agua de acuerdo a lo establecido por este convenio y lo que se establezca en la legislación nacional cuando este entre en vigor. Esto lo harán de acuerdo a su plan de gestión del agua de lastre, el cual es específico de cada buque.

III.5.3. MARPOL 73/78.

Algunos tratados internacionales de los que México es signatario pueden contribuir a la protección del medio ambiente. Por ejemplo, en 1992 México firmó el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1973 y el Protocolo adicionado al convenio en 1978, conocidos conjuntamente como MARPOL 73/78. Además del convenio se firmaron los Anexos I, II y V. Este último, conocido como MARPOL V, se refiere a las medidas para prevenir la contaminación del mar con basura y abarca a todas las formas de navegación, incluyendo la actividad en puertos. De estos convenios se pueden desprender algunos principios que se traduzcan a medidas de control de contaminación aplicables a los puertos y a la flota que opera en ellos.

En el caso del proyecto, en el muelle únicamente se realizará la carga de los barcos, sin que por parte de la empresa se contemple ninguna otra actividad como sería la reparación o el embarque de sustancias distintas al amoniaco y la urea. Los servicios que deben proporcionar los puertos a las embarcaciones no estarán a cargo de GPO, ni serán prestados en la Terminal.

III.5.4. MARPOL - Anexo I.

Este anexo contiene las Reglas Para Prevenir la Contaminación por Hidrocarburos, incluyendo el petróleo y las aguas aceitosas de balastra. La aplicación de este anexo se ciñe a las definiciones de la propia convención, donde se considera que un barco es una embarcación de cualquier tipo que opera en el medio marino incluyendo a los aerodeslizadores, submarinos, naves flotantes y plataformas fijas o flotantes.

No obstante, este anexo no es aplicable para los barcos que arriben la terminal portuaria para la carga de amoniaco, ya que estos no realizan el transporte de hidrocarburos. El amoniaco está considerado en un anexo distinto del MARPOL.

III.5.5. MARPOL - Anexo II.

El Anexo II revisado del MARPOL entró en vigencia el 01 de enero del 2007, junto con la versión enmendada del Código Internacional de Químicos (Código CIQ). Con ello

avanza en la prevención de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel (NLS), término por el que se designa a toda sustancia líquida a granel que no corresponda a la definición de hidrocarburo que figura en el Anexo I del Convenio, entre las que se incluyen los productos petroquímicos, solventes, ceras, aditivos de aceite lubricante, aceites vegetales y grasas animales.

El transporte de estos productos está reglamentado por el Anexo II del MARPOL el cual clasifica los productos por categorías de contaminación y establece los criterios para la descarga de los productos de cada categoría en el medio marino y por el Código CIQ que prescribe las normas de proyecto y construcción para los buques quimiqueros.

En el caso del proyecto, la autorización para la recepción o el embarque del tipo de sustancias a la que se refiere este anexo será aplicable a las operaciones en la terminal portuaria, por lo se establecerá la forma en que la empresa participará en el cumplimiento de las medidas correspondientes.

III.5.6. MARPOL - Anexo V.

En el Anexo V de MARPOL se especifican las regulaciones para la Prevención de la contaminación por basura desde los barcos. Este Anexo V obliga a los Gobiernos a asegurar la provisión de instalaciones en los puertos y terminales para la recepción de basura. En el caso del proyecto para la carga del amoniaco, los barcos arribarán al puerto de Topolobampo para recibir dichos servicios, que quedarán a cargo de la administración portuaria, la cual está obligada a dar el servicio de recepción de residuos o para su manejo.

La basura vertida desde los barcos puede ser tan dañina y mortal para la vida marina como puedan serlo los derivados petrolíferos. Esta basura incluye al plástico, cuyo mayor efecto negativo se relaciona con el hecho de que puede flotar durante años.

En muchos casos los peces y los mamíferos pueden confundir el plástico por comida y pueden enredarse en bolsas, envoltorios, y otros, incluso anillas de plástico usadas para agrupar latas de refresco o cerveza. Ello les puede llevar a una muerte casi segura.

Una parte de los desechos plásticos proviene de las playas, de turistas que abandonan sus basuras en la arena, o pescadores que lanzan al mar restos plásticos, o desde el sistema de alcantarillado de las ciudades, que va a ríos o directamente al mar. Pero en algunas áreas, estos vertidos plásticos provienen de barcos que prefieren lanzar por la borda estos desechos plásticos que hacerlo en puerto, en un punto de recogida autorizado, para su posterior reciclaje.

Muchos materiales que se encuentran en la basura pueden degradarse en el mar, pero este proceso puede tardar meses o años, y mientras permanecen en el mar, pueden dañar el entorno.

En 1973 la Convención MARPOL buscó eliminar y reducir la cantidad de basura vertida en el mar por los barcos. Bajo el Anexo V de la Convención, se entiende como vertido de basura contaminante, todo tipo de alimento, basura doméstica y derivada de operaciones del barco, excluyendo los restos de pescado generados durante las operaciones que se producen en los barcos, ya sean de forma continua o periódica.

El Anexo V prohíbe cualquier tipo de vertido plástico al mar y restringe, de forma muy severa, descargas de cualquier otro tipo de basura desde los barcos en las aguas costeras y otras "zonas especiales". Las "zonas especiales" establecidas en el Anexo V son:

- El mar Mediterráneo.
- La zona del Mar Báltico.
- La zona del Mar Negro.
- La zona del Mar Rojo.
- Las zonas de los Golfos.
- El Mar del Norte.
- La zona Caribe y Antártica.

Estas son las áreas que tienen una problemática particular por el tráfico intenso de barcos, o el poco intercambio de aguas causado por la geografía del terreno. Ni el puerto de Topolobampo ni la Bahía de Ohuira se encuentran en alguna de las zonas especiales.

La implementación y el refuerzo del Anexo V se basó en la nueva Regulación 9, adoptada en 1995, la cual obliga que todos los barcos de 400 toneladas o más, y todos los barcos certificados para transportar a 15 personas o más, y cada plataforma marina fija comprometida en labores de exploración o explotación del manto marino, deben tener un Libro de Registro de Basura, para anotar todas las operaciones de incineración y las basuras generadas.

La Regulación también requiere que en barcos de 12 metros o más, deben exhibirse letreros notificando a los pasajeros y tripulación de los requerimientos de la Regulación en referencia al tratamiento de residuos. Los letreros deben estar escritos en la lengua de la bandera del barco, y también en inglés y francés para barcos que viajen a otros países o puertos de embarque.

De acuerdo con el Anexo V se considera como desechos a los residuos domésticos, de comida y de operación (exceptuando el pescado fresco o alguna de sus partes, las aguas sanitarias y el drenaje) generados durante la operación normal y que son propensos a descartarse de manera continua. Por tanto, los desechos incluyen los materiales sólidos frecuentemente identificados como basura.

Por otra parte, este anexo define como facilidades portuarias para recepción cualquier receptáculo, desde embarcaciones a contenedores o barcazas, que se mantienen cerca o en los puertos para recibir la basura generada en los barcos. En particular, las regulaciones contenidas en este anexo son aplicables al puerto de Topolobampo, que será quien proporcione los servicios a los buques. Por su parte, el promovente (GPO) será responsable de dar un manejo adecuado a los residuos que genere en la terminal portuaria, de acuerdo a sus propios procedimientos de operación.

III.5.7. MARPOL - Anexo VI.

El Anexo VI contiene las Reglas para prevenir la contaminación Atmosférica ocasionada por los Buques. Aunque este anexo entró en vigor el 19 de mayo de 2005, aún no ha sido ratificado por México. Su ámbito de aplicación abarcaría sólo a las embarcaciones empleadas para la exportación del amoniaco, pero no al muelle de carga como tal. El cumplimiento de las disposiciones de este anexo sería en todo caso responsabilidad de las empresas navieras y de las propias embarcaciones.

III.5.8. Convenio de Róterdam.

El Convenio de Róterdam fue aprobado por una conferencia de plenipotenciarios el 11 de septiembre de 1998, fecha en la que México lo suscribió. El Convenio entró en vigor el 24 de febrero de 2004 y tiene como meta establecer un mecanismo de autorización previa a la importación y exportación de sustancias químicas peligrosas y plaguicidas comerciales, denominado Consentimiento Fundamentado Previo (PIC por sus siglas en inglés, siendo este un acrónimo por el cual se reconoce frecuentemente al Convenio).

La finalidad de esta autorización es tener toda la información necesaria para conocer las características y los riesgos que implica el manejo de dichas sustancias, permitiendo que los países importadores decidan que sustancias químicas desean recibir y excluir aquellas que no puedan manejar de manera segura para evitar riesgos a la salud humana y el ambiente. Los objetivos del convenio son:

- Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos colaborativos entre Partes durante el comercio internacional de ciertas sustancias químicas peligrosas, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente de daños potenciales;
- Contribuir al uso ambientalmente correcto de los químicos peligrosos, mediante el facilitado del intercambio de información acerca de sus características, generando un procedimiento nacional para toma de decisiones acerca de la importación y exportación y mediante la difusión de estas decisiones entre las Partes.

El Convenio crea obligaciones legales vinculantes para la implementación del procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (PIC). Esta elabora el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Voluntario, iniciado por la UNEP la FAO en 1989 y terminado el 24 de febrero de 2006.

El Convenio no abarca al amoniaco ni la urea, que son las sustancias que se manejarán en la terminal portuaria, sino a pesticidas y sustancias químicas industriales que han sido prohibidas o estrictamente restringidas por alguna de las Partes por motivos de salud o medioambientales, las cuales han sido notificadas para su inclusión en los procedimientos de PIC. Ninguna nación incluye al amoniaco en esta categoría. La inclusión de un químico en el Anexo III del Convenio es impulsada por una notificación de cada una de dos regiones especificadas. Las formulaciones de pesticidas extremadamente peligrosas que representen un riesgo en las condiciones de uso en países en vías de desarrollo o en países en transición pueden también ser propuestas para su inclusión en el Anexo III. Las actividades en la Terminal Portuaria GPO no incluyen el manejo de tales sustancias en ninguna de sus etapas.

III.5.9. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG).

El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas es reconocido internacionalmente como una referencia para el embarque o el transporte seguro de bienes o materiales peligrosos por vía marítima. Este código busca proteger la vida de las tripulaciones y al mismo tiempo prevenir la contaminación marina al hacer un transporte seguro. Las medidas que se desprenden de este código son aplicables a los barcos que transporten el amoniaco, pero también hasta cierto punto, a las terminales donde cargan y descargan. Por su parte, **la urea no está clasificada en este código y no se considera como mercancía peligrosa.**

Con el fin de realizar un transporte seguro y de eliminar o minimizar los riesgos derivados de las mercancías peligrosa las diversas legislaciones establecen una serie de condiciones mínimas que deben cumplirse en cualquier operación de carga, descarga o transporte.

La aplicación del código es obligatoria en paralelo con el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS/1974) que en el caso de México fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 9 de mayo de 1977 y del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques, 1973 y su Protocolo de 1978 (MARPOL). Su aplicación no está restringida a la navegación, sino que también abarca a todos aquellos involucrados en industrias y servicios relacionados con la navegación. El código contiene recomendaciones respecto a la terminología, el empaquetado, etiquetado, forro, marcaje, almacenamiento, segregación, manejo y respuestas a emergencia. En este contexto las mercancías peligrosas se clasifican de la siguiente forma:

- Clase 1: Materias y objetos explosivos.

- Clase 2: Gases.
 - 2.1 Gases inflamables.
 - 2.2 Gases no inflamables no tóxicos.
 - 2.3 Gases tóxicos.

- Clase 3: Líquidos inflamables.

- Clase 4: Sólidos inflamables o reactivos.
 - 4.1: Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias explosivas desensibilizadas sólidas.
 - 4.2: Materias que pueden experimentar inflamación espontánea.
 - 4.3: Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

- Clase 5: Comburentes.
 - 5.1: Materias comburentes.
 - 5.2: Peróxidos orgánicos.

- Clase 6: Materias tóxicas o infecciosas.
 - Clase 6.1: Materias tóxicas.
 - Clase 6.2: Materias infecciosas.

- Clase 7: Materias radioactivas.

- Clase 8: Materias corrosivas.
- Clase 9: Materias y objetos que presentan peligros diversos.

El amoníaco está clasificado como una sustancia de Clase 2.3 (gases tóxicos). Es importante que en la terminal, en coordinación con PEMEX y los demás participantes en el Plan de Ayuda Mutua, se cuente con medios para atender y controlar las emergencias que puedan ocurrir en los barcos que se utilicen para transportar el amoníaco.

Para transporte marítimo el nombre correcto es Amoníaco Anhidro, con el número UN 1005 y que pertenece al grupo de empaque IMO P200. Para esta sustancia aplican la ficha de emergencia para incendios F-C (FICHA DE EMERGENCIA PARA INCENDIO Charlie) y la ficha de emergencias para derrames S-U (FICHA DE EMERGENCIA PARA DERRAMES Uniform).

Tabla III.15. Características de empaque del Código IMDG para el amoníaco.

UN No.	Nombre	Clase o División	Riesgo Subsidiario	LC ₅₀ ml/m ³	Cilindros	Tubos	Tibores a presión	Atado de cilindros	CGEM (MEGCs)	Tiempo de prueba, años	Presión de prueba, bar	Razón de llenado	Medidas especiales de empaque
1005	Amoníaco Anhidro	2.3	8	4000	X	X	X	X	X	5	29	0.54	b

CGEM = contenedores de gas de elementos múltiples.

FICHA DE EMERGENCIA Charlie	
F - C	
GASES NO FLAMABLES	
Comentarios Generales	Los gases en tanques cerrados expuestos al fuego pueden explotar repentinamente durante o después de un incendio por una Expansión Explosiva del Vapor de un Líquido en Ebullición (BLEVE). Los cilindros calientes o con rupturas pueden salir proyectados. Los gases enlistados en esta ficha no son inflamables. Sin embargo, algunos gases pueden apoyar la combustión, aunque por si mismos no sean inflamables. El fuego puede producir fugas. La mayoría de los gases incluidos en esta ficha son peligrosos para la salud. Algunos son corrosivos. Genere un rocío de agua. Identifique el origen del fuego y siga las acciones apropiadas.

FICHA DE EMERGENCIA Charlie		F - C GASES NO FLAMABLES
Fuego en carga sobre cubierta	Bultos Unidades para transporte de carga	Use agua en abundancia desde tantas mangueras como sea posible.
Fuego en carga bajo cubierta		Utilizar el sistema fijo para extinción de incendios
Carga expuesta al fuego		Si es posible, remueva o arroje fuera de la embarcación los bultos que puedan verse involucrados en el incendio. En otro caso, use agua para enfriarlos por varias horas. Los cilindros calientes o con rupturas pueden salir proyectados.
UN 1003 , UN 1014 , UN 1070 , UN 1072 , UN 1073 , UN 2201 , UN 3156 , UN 3157 (NO INCLUYEN AL AMONIACO)		Casos Especiales: Aunque estas cargas no son inflamables, pueden intensificar el fuego.

FICHA DE EMERGENCIA Uniform		S - U GASES (FLAMABLE, TÓXICO O CORROSIVO)
Comentarios Generales	<p>Los recintos y las áreas a sotavento de donde hayan ocurrido fugas o derrames deben evacuarse inmediatamente.</p> <p>Tome precauciones: las llamas pueden ser invisibles. El gas en la fuga puede ser extremadamente frío.</p> <p>Se deben aplicar medidas para prevenir que los gases liberados lleguen a otras partes del barco. Se debe tomar en cuenta que algunos gases son más pesados que el aire y pueden acumularse en zonas bajas y no ventiladas del barco. Asegúrese que no se fume y que no haya otras flamas a bordo a menos que la fuga se haya cerrado y que todos los espacios hayan sido ventilados. Se debe prestar especial atención a la prevenir que los gases se desplacen a áreas del barco ocupadas, p.ej. alojamiento de la tripulación, cuarto de máquinas, áreas de labores.</p> <p>Utilice ropa de protección apropiada para proteger contra gases y un sistema de respiración autónomo.</p> <p>Evite cualquier fuente de ignición (por ejemplo: luces descubiertas, focos sin protección, herramientas eléctricas, fricción). Utilice calzado que no genere chispas.</p> <p>Aun una pequeña inhalación de gas puede provocar dificultad para respirar. Aléjese de las fumarolas de gas. Evite todo contacto con la piel.</p> <p>Deje que los gases licuados derramados se evaporen: al entrar en contacto con gases licuados fríos la mayoría de los materiales se vuelven quebradizos y pueden romperse sin advertencia. Evite todo contacto, aun si utiliza rompa protectora. Si es factible, proteja la superestructura del barco con cantidades abundantes de agua. No dirija el chorro de agua directamente al derrame.</p>	
Derrames sobre	Bultos (derrames)	Deje que el gas se disipe. Manténgase alejado.

FICHA DE EMERGENCIA Uniform		
S - U		
GASES (FLAMABLE, TÓXICO O CORROSIVO)		
cubierta	pequeños)	
	Unidades para transporte de carga (derrames mayores)	<p>Permita que el gas se disipe. Mantenga el puente y alojamientos de la tripulación en dirección contraria al viento. De otra forma, proteja a la tripulación y áreas de habitación de los gases inflamables y tóxico usando rocío de agua para alejar los gases (cortina de agua).</p> <p>Gases licuados derramados: Use chorros de agua desde tan lejos como sea posible para acelerar la evaporación, sin dirigirlos directamente al derrame.</p>
Derrames bajo cubierta	Bultos (derrames pequeños)	No entre al área cerrada. Provea ventilación adecuada. Cuando se utilice un sistema de ventilación, se tener cuidado especial para evitar que el gas penetre en otras áreas del barco. Deje que el gas se evapore. Manténgase alejado. Utilice la radio para obtener CONSEJO de expertos. Verifique la atmósfera antes de entrar (toxicidad y riesgo de explosión). No vaya bajo cubierta sin un aparato de respiración autónomo.
	Unidades para transporte de carga (derrames mayores)	<p>No entre al área cerrada. Provea ventilación adecuada. Cuando se utilice un sistema de ventilación, se tener cuidado especial para evitar que el gas penetre en otras áreas del barco. Mantenga el puente y alojamientos de la tripulación en dirección contraria al viento. De otra forma, proteja a la tripulación y áreas de habitación de los gases inflamables y tóxico usando rocío de agua para alejar los gases (cortina de agua).</p> <p>Si es posible, utilice rocío de agua para evitar la ignición de gases inflamables en el espacio cerrado. Utilice la radio para obtener CONSEJO de expertos. Verifique la atmósfera antes de entrar (toxicidad y riesgo de explosión). No vaya bajo cubierta sin un aparato de respiración autónomo.</p>
Casos Especiales: UN 1001, UN 3374 UN 1614 (NO INCLUYEN AL AMONIACO)		<p>Los recipientes calientes o manejados de forma brusca pueden explotar aun después de varias horas de haberse alejado de fuentes externas de calor. Enfríelos por varias horas usando agua. El gas se absorbe en materiales porosos, pero se evapora si el recipiente está dañado.</p>

Aunque aplicable a los barcos, en la terminal portuaria se contará con los medios para apoyar la atención de emergencias en las embarcaciones que utilicen las instalaciones.

III.5.10. Convenio de Basilea.

El Convenio de Basilea trata sobre el control de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación. La terminal portuaria estará destinada a la carga de amoniaco y urea en barcos, sin que se contemple realizar el transporte, la carga o la descarga de residuos. El objetivo de este convenio es el proteger la salud humana y el ambiente de los efectos nocivos de los residuos peligrosos. Su campo de aplicación incluye un amplio

rango de residuos definidos como peligrosos con base en su origen y/o su composición y sus características, llegando hasta a abarcar también dos tipos más de desechos definidos de forma genérica como "otros residuos": desechos domésticos y cenizas de incineradores. Este convenio fue ratificado por México 22 de febrero de 1991, siendo publicado en el Diario Oficial el 9 de agosto del mismo año. Las disposiciones generales fueron adoptadas el 5 de mayo de 1992, fecha de la entrada en vigor de dicho instrumento.

La Terminal Portuaria GPO, no será utilizada por la empresa para realizar la recepción o el embarque de residuos peligrosos para su exportación o importación, o para movimientos dentro de las fronteras nacionales. De esta forma, las actividades del proyecto no tendrán conflicto con ninguna de las previsiones del convenio, que se centran alrededor de los siguientes objetivos principales:

- La reducción de la cantidad de residuos peligrosos generados y la promoción de un manejo ambientalmente correcto de estos residual, en cualquiera que sea el sitio de disposición;
- La restricción de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, exceptuando los casos en que se perciba que estos están acordes con los principios de un manejo ambiental correcto; y
- Un sistema regulatorio aplicable a los casos en que los movimientos transfronterizos sean permitidos.
- Las obligaciones generales que impone este Convenio a sus miembros son:
- La prohibición de exportar o importar residuos peligrosos y otros residuos con destino a o procedentes un Estado que no sea parte del Convenio;
- Evitar la exportación de residuos si el Estado de importación no ha dado por escrito su aprobación específica para la importación de estos residuos;
- Comunicar a los Estados afectados la información sobre los movimientos transfronterizos propuestos por medio de un formulario de notificación a fin de que puedan evaluar las consecuencias de los movimientos de que se trata para la salud humana y el medio ambiente;
- Que únicamente se autoricen los movimientos transfronterizos de residuos cuando su transporte y eliminación estén exentos de peligro;

- Que los residuos que deban ser objeto de un movimiento transfronterizo deben embalarse, etiquetarse y transportarse con arreglo a las normas internacionales e ir acompañados de un documento de movimiento desde el lugar de origen del movimiento hasta el lugar de eliminación;

El Convenio establece procedimientos, no aplicables a las actividades de la empresa en la terminal portuaria en la Bahía de Ohuira relacionados con la notificación de:

- Los movimientos transfronterizos entre partes del Convenio.
- Los movimientos transfronterizos procedentes de una parte del Convenio a través del territorio de Estados que no sean partes del mismo.

III.5.11. Convenio sobre Diversidad Biológica.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) tiene como objetivos "*la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos*". En el caso de la terminal portuaria no está involucrada ninguna de las actividades reguladas por esta convención, ya que no se hará uso de ninguna especie de flora o fauna, ni de su material genético.

México ratificó este convenio en el año de 1993. El convenio incluye tres protocolos, incluyendo el Protocolo de Cartagena (sobre seguridad de la biotecnología), ratificado en el año 2003, así como los protocolos de Nagoya (sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios) y el Protocolo Nagoya – Kuala Lumpur, de los cuales México no es signatario.

El Convenio es el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, y el primero en reconocer que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad", y una parte integral del proceso de desarrollo. Para alcanzar sus objetivos, el Convenio — de conformidad con el espíritu de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo— promueve constantemente la asociación entre países. Sus disposiciones sobre la cooperación científica y tecnológica, acceso a los recursos genéticos y la

transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, son la base de esta asociación pero no son aplicables a las actividades a realizar en la Terminal Portuaria GPO.

III.5.12. Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

La CITES somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. Ninguna actividad del proyecto incluye la comercialización de especies amenazadas de fauna y flora silvestres incluidas en la convención.

De acuerdo al convenio, cada Parte en la Convención (incluyendo a México) debe designar una o más Autoridades Administrativas que se encargan de administrar el sistema de concesión de licencias y una o más Autoridades Científicas para prestar asesoramiento acerca de los efectos del comercio sobre la situación de las especies. Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten:

- En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

III.6. Análisis de los Instrumentos Normativos (Reglamentos).

III.6.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA).

De acuerdo con el Artículo 5 de este reglamento, el proyecto requiere de la MIA por incluir obras consideradas en algunas de las siguientes fracciones:

Tabla III.16. Disposiciones del REIA aplicables por el tipo de proyecto.

FRACCIÓN	Área de Aplicación
<p>A) HIDRÁULICAS:</p> <p>III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales.</p> <p>VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;</p> <p>VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales;</p> <p>XII. Plantas desaladoras.</p>	<p>El proyecto consiste en una terminal portuaria con un muelle de carga en la Bahía de Ohuira.</p> <p>Para permitir el acceso a la terminal se realizará el dragado de un canal y dársenas.</p> <p>El material producto del dragado se depositará en la zona marina, para lo cual se obtendrá autorización antes del inicio de las obras.</p>
<p>C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS.</p> <p>Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales</p>	<p>El proyecto incluye un ducto para transportar el amoniaco desde los tanques de almacenamiento de la planta colindante hasta el muelle donde se embarcará el producto.</p>
<p>R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES.</p> <p>I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.</p>	<p>El proyecto se realiza en el litoral de la Bahía de Ohuira.</p>

Por otra parte, el Artículo 11 de este reglamento establece que la MIA para un proyecto como este se presentará en la modalidad regional, de acuerdo con la siguiente fracción:

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En este caso la distancia al puerto ya en operación y la tendencia de desarrollo en Topolobampo, incluyendo la termoeléctrica de la CFE hace necesario establecer cuál será la magnitud de los impactos acumulativos o sinérgicos, en caso de que se presenten.

III.6.2. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Este reglamento, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 21 de agosto de 1991 tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales (LGBN), de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias; su aplicación está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y se relaciona con el proyecto porque el trazo del proyecto incide en playas y en zona federal marítimo terrestre. De acuerdo con la Fracción I del Artículo 119 de la LGBN, tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, cuando la costa presente playas, la ZOFEMAT estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba. En virtud de lo anterior, GPO solicitará una concesión por escrito ante la SEMARNAT, y brindará la información y la documentación mencionada en el artículo 26.

Con fundamento en los artículos 55 y 56, dado que el trazo del muelle y la pasarela que incluye el amonioducto y la banda transportadora de urea, inciden en la zona marina, se deberá presentar una solicitud ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), incluyendo la información y documentación que establezca dicha dependencia.

De acuerdo al artículo 57, dado que el promovente realizará obras de dragado, se contará con planos en los que se representarán las secciones transversales necesarias, con equidistancia de 25 metros, en los planos de construcción mencionados, a una escala horizontal y vertical de 1:1000, e incluirá en la memoria descriptiva los demás datos requeridos, incluyendo entre otros, el volumen aproximado de los materiales que se extraigan (en metros cúbicos), y el lugar donde se depositen los productos de dragado.

Dado que el amonioducto y la banda transportadora de urea estarán sobre la pasarela que conduce al muelle, el cual cruza vías navegables, el promovente observará lo establecido en el artículo 60 con relación a la información requerida por la SCT y cumpliendo con que las obras no obstruyan el libre tránsito de las embarcaciones ni constituyan un obstáculo en los lugares utilizables como fondeaderos.

III.6.3. Reglamento de la Ley de Puertos.

En el Capítulo IV, referente a servicios generales a embarcaciones, se señala en el Artículo 73 que son servicios generales a embarcaciones: el avituallamiento que comprende la entrega de provisiones a los buques; el de agua potable; combustible y lubricantes; comunicación telefónica, facsimilar o telex; energía eléctrica al barco y a las áreas de maniobras de las mercancías que cargue o descargue; la recolección de basura y desechos; la eliminación de aguas residuales; lavandería, las reparaciones a flote y los demás que la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) determine en el acuerdo correspondiente que se publicará en el Diario Oficial de la Federación. En este caso es la API-Topolobampo quien proporcionará estos servicios.

En el Artículo 78 se indica que el prestador del servicio no podrá dejar camiones o envases que contengan basura, desechos o aguas residuales dentro del recinto portuario, por más tiempo del estrictamente necesario para su carga y transporte fuera de dicho recinto. De acuerdo al Artículo 77, el transporte de basura, desechos y aguas residuales, deberá hacerlo el prestador de servicios correspondiente en vehículos, embarcaciones o recipientes cerrados y cumplir con todas las medidas de seguridad, cuando sean tóxicos, explosivos, corrosivos o contaminantes, en los términos del reglamento respectivo.

III.7. Análisis de los Instrumentos Normativos (Normas y Acuerdos).

III.7.1. NOM-022-SEMARNAT-2003.

Esta norma establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Es observancia general y obligatoria para las personas físicas y morales nacionales y extranjeras que pretendan llevar a cabo cualquier tipo de actividad en los humedales costeros mexicanos. La Figura III.14 presenta la distribución alrededor del terreno para el campamento provisional y el amonioducto, de vegetación con mangle o asociada con mangle y la franja de 100 m a su alrededor.

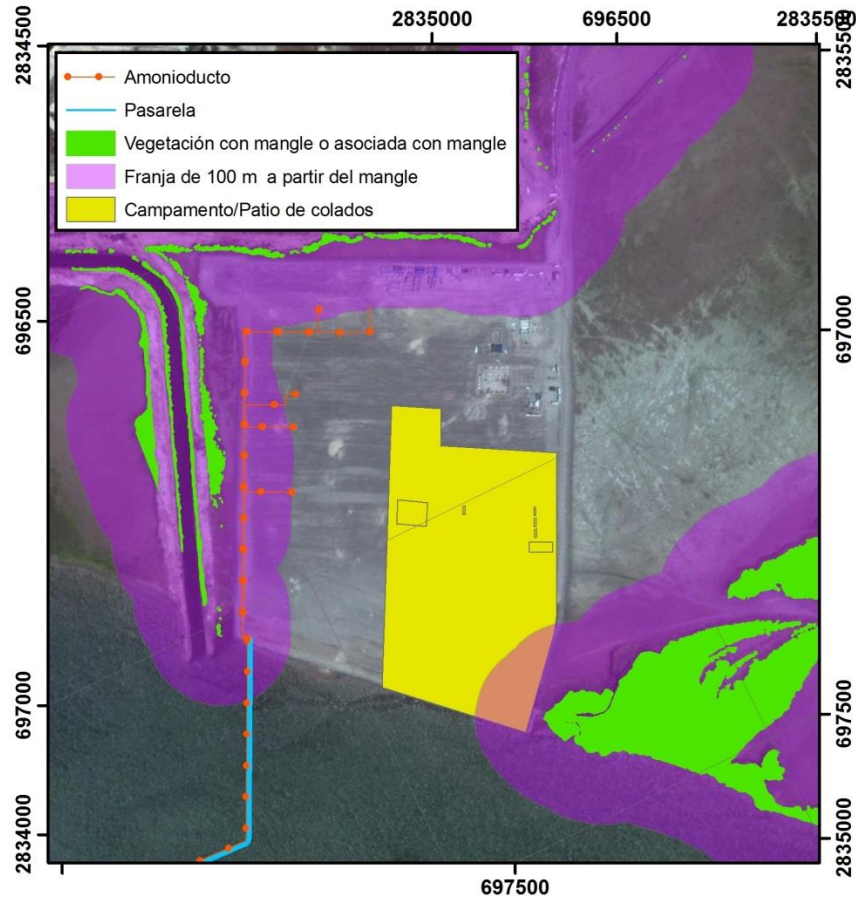


Figura III.14. Vegetación con mangle y elementos del proyecto, con relación a la NOM-022.

Estas especificaciones las considera el proyecto debido a que, aunque no afectará las zonas de manglar, se encuentra dentro de la unidad hidrológica que sustenta este tipo de ecosistemas.

Además, será necesario desarrollar obras a menos de 100 m de dicha vegetación, incluyendo el amonioducto y el patio de colados/campamento provisional. En las superficies cercanas al proyecto sólo se encuentra *Avicennia germinans*, creciendo sobre los bordos que delimitan la zona industrial en las dunas a orillas de la laguna. En superficies más pequeñas hay presencia de *Rhizophora mangle* cerca de la orilla de la laguna. Como medida de compensación se propone realizar acciones de restauración en la región, estando en consideración el área conocida como El Mavíri, en el litoral de Ahome. En la Tabla III.17 se analizan las especificaciones de la norma. La presencia de mangle se da únicamente en la orilla de la Bahía de Ohuira y en los bordos colindantes con la planta de amoniaco. El tramo inicial de la pasarela que va hacia el muelle se encuentra a menos de 100 m de estos últimos.

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.0	<p>Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; • La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; • Su productividad natural; • La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; • Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; • La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; • Cambio de las características ecológicas; • Servicios ecológicos; ecológicos y ecofisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros)." 	<p>El proyecto cumple esta especificación dado que no se realizarán obras sobre vegetación de manglar y tampoco afectará los flujos hacia los cuerpos de manglar cercanos, como el que se encuentra en el norte del predio de la empresa o al lado, sobre el litoral.</p> <p>El depósito de material de dragado no afectará áreas con mangle, a que este se hará en la zona oceánica lejos de la costa.</p> <p>En relación con el estero que conecta a los manglares al norte del predio (pero fuera de este) con la Bahía de Ohuira y que son su principal abastecimiento de agua del manglar en esa zona, la terminal portuaria no los modifica de ninguna manera.</p> <p>El proyecto no afectará la conexión de ningún manglar con la zona marina ni con su área de influencia en la plataforma continental, tampoco modifica la productividad natural ni realizará actividades turísticas.</p> <p>Dadas las condiciones del área a utilizar temporalmente en tierra, sin ninguna vegetación, no se afecta la integridad de zonas de anidación, reproducción, refugio, ni alevinaje. En el caso de la vegetación sobre los bordos no se afectarán las características y servicios ecológicos relacionados con la alimentación de aves que se han observado ahí.</p>

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.1	Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no incluye obras de canalización.
4.2	Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	Dado que el proyecto no contempla la construcción de canales no es aplicable esta especificación.
4.3	Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	Este criterio no aplica al proyecto debido a que no se requiere de la construcción de canales y no se realizan obras en zonas de manglar.
4.4	El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	La construcción de la terminal portuaria no afectará vegetación de manglar ni requerirá de rellenos en las áreas que definen la hidrología de los manglares.
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no incluye la construcción de bordos.
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El proyecto no descargará contaminantes hacia manglares o esteros ni provocará la degradación de humedales.
4.7	La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	No aplicaría al presente proyecto ya que no se utiliza agua de las cuencas que alimentan a los humedales de Topolobampo y Ohuira.
4.8	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	El proyecto no hará ningún tipo de vertimiento a través de cuerpos de manglar ni directamente sobre estos. Durante la construcción, se instalarán letrinas portátiles y se contratará una empresa autorizada para que proporcione el servicio de retiro de las aguas residuales. Se buscará una empresa que garantice que el manejo que se dé a dichas aguas residuales cumpla con la normatividad ambiental vigente. Ninguna de estas aguas residuales será vertida a los humedales.
4.9	El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	En ninguna de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se verterán aguas residuales a la unidad hidrológica sin la autorización correspondiente.
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	No aplica al presente proyecto, ya que no se contempla la extracción de agua subterránea.
4.11	Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	El proyecto no contempla la introducción de ninguna especie animal o vegetal.

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Para la MIA, el estudio hidrológico de la Bahía de Ohuira ha considerado esta especificación El proyecto no incluye obras o actividades que modifiquen los aportes que determinan la mezcla de aguas dulce y salada.
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobreposición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	El proyecto no contempla construir vías de comunicación que afecten el flujo hidráulico de humedales.
4.14	La construcción de vías de comunicación alledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	El proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación alledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero.
4.15	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El proyecto no desarrollará este tipo de infraestructura a través o alrededor de áreas de manglar. La infraestructura terrestre, incluyendo el ducto para amoniaco y la banda transportadora de urea, estará en los terrenos de la planta de amoniaco.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea alledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	En el caso del proyecto no será posible mantener esta distancia en relación con el manglar que crece en el bordo del canal de la CFE y la orilla de la Bahía de Ohuira. Por tal motivo se tomará en cuenta lo dispuesto en la especificación 4.43, incluyendo como medida de compensación obras de restauración en la zona conocida como El Maviri.
4.17	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	Los sitios donde se comprarán los materiales de construcción para el proyecto se encuentran cerca, pero tierra adentro y no tienen influencia sobre la dinámica ecológica de los manglares. No existirá conflicto con esta especificación.
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no se realizará en terrenos forestales o preferentemente forestales.
4.19	Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	Para la construcción de la terminal portuaria se requiere del dragado de un canal de navegación, para lo cual se crearán zonas de tiro, elegidas de acuerdo con los criterios de esta especificación.

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	En la terminal portuaria se dará un manejo correcto a los residuos sólidos, sin que en ningún momento se disponga de ellos de manera tal que se afecte algún humedal. Los residuos que se generen se manejarán conforme lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y las normas aplicables.
4.21	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	Este criterio es aplicable a proyectos acuícolas. No aplica a proyectos como la terminal portuaria.
4.22	No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	Este criterio sólo es aplicable a proyectos acuícolas. No aplica a proyectos como el de la terminal portuaria.
4.23	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	Para el proyecto no se requiere actividades de rectificación o desviación de canales naturales.
4.24	Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	No aplica a actividades no relacionadas a la acuicultura.
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	No aplica a actividades no relacionadas a la acuicultura.
4.26	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	Este criterio no es aplicable a proyectos como el de la terminal portuaria.
4.27	Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	No aplica a actividades no relacionadas a la producción de sal.
4.28	La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	No aplica a actividades no relacionadas a la construcción de infraestructura turística.
4.29	Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	No aplica a actividades no relacionadas al turismo náutico.

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.30	En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos) y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	No aplica a actividades del proyecto ya que no se contempla la navegación en áreas restringidas de la Bahía de Ohuira.
4.31	El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no incluye las actividades a las que se refiere esta especificación.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	No aplica al proyecto debido a que no se construyen caminos de acceso a través del humedal costero o que fragmente manglares.
4.33	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	No aplicará al proyecto ya que no se construirán canales.
4.34	Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	No se tienen actividades que provoquen que los sedimentos de marismas u humedales costeros sean compactados.
4.35	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	Como una de las medidas propuestas por el proyecto están la realización de actividades de restauración de manglares en la región.
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	El proyecto para la construcción de la terminal portuaria no es de restauración de humedales.
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	En el caso de la terminal portuaria, la construcción no alterará la unidad.
4.38	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	Para el proyecto se propone el realizar restauración de manglar, tomando en cuenta esta especificación.
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El proyecto contempla la realización de obras de restauración de manglares en la zona conocida como El Maviri, como una contribución al mejoramiento ambiental de la zona, empleando <i>Avicennia germinans</i> y <i>Rhizophora mangle</i> .

Tabla III.17. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No se realizará la introducción de ninguna especie exótica hacia el humedal costero o sus colindancias, ni de flora ni de fauna silvestre.
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	El proyecto no incluye la creación o restauración de un humedal costero.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	Para cumplir esto se ha realizado un estudio hidrológico y una modelación del sistema. Los resultados de dichos estudios se han considerado para el proyecto y se anexan a esta MIA-R.
4.43	La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	El proyecto no realiza las actividades señaladas en el criterio 4.22 pero si en el criterio 4.4. Se proponen medidas de compensación dado que no es posible mantener la franja de 100 m entre algunos tramos de la infraestructura terrestre y el mangle que crece en la base del bordo del canal de la CFE y colindante al arranque de la pasarela.

III.7.2. NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta norma se refiere a la 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.

En el sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira se han reportado especies sujetas a protección especial, tales como la gaviota ploma (*Larus heermanni*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*) y el charrán elegante (*Thalasseus elegans*). **Ninguna de estas especies tiene zonas de anidación en el sitio del proyecto.** En el Capítulo IV se presenta un listado completo de las especies del SAR.

La norma NOM-059-SEMARNAT-2010 consiste de dos elementos principales: en primer lugar, sirve para orientar las iniciativas de inclusión, exclusión o cambio de las especies o las poblaciones que tengan alguna categoría de riesgo y en segundo lugar proporciona una lista de especies en riesgo, incluida en el Anexo Normativo III.

El objetivo descrito en el numeral 1 de la norma señala que está tiene por objeto

identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por dicha Norma.

En consecuencia, la aplicación de sus lineamientos solo está dirigida a orientar las iniciativas de inclusión, exclusión o cambio de las especies o las poblaciones que tengan alguna categoría de riesgo, pero igualmente es aplicable precisamente cuando se tenga por objeto identificar el estatus de riesgo de dichas especies, destacando que la norma no contempla regulación, lineamiento o criterio alguno para el manejo o tratamiento de las especies que enlista.

De esta NOM resulta importante además destacar las definiciones que establecen los numerales 2.2.2, 2.2.3 y 2.2.4 para las especies en peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y sujetas a protección especial (PR). Así, para el área del proyecto tenemos lo siguiente:

Especies sujetas a protección especial: aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. Aquí se incluye a algunas de las aves que por su rango de distribución puede estar en la zona litoral.

Especies amenazadas: aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. Esta categoría incluye a las especies de mangle y algunas aves.

Tabla III.18. Aves del sitio del proyecto incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre Científico	Hábitat	Estacionalidad	Endemismos	Categoría	IUCN	Amenazas
<i>Larus heermanni</i>	Mm	Rp	NE	Pr	CA	Depredación de huevos por fauna introducida a las islas donde anida.
<i>Sterna antillarum</i>	Mm	V	NE	Pr	PM	Destrucción de sus zonas naturales de anidación, que se ubican en márgenes de ríos; contaminación del agua en ríos.
<i>Sterna elegans</i>	Mm	V	NE	Pr	CA	Depredación de huevos por fauna introducida a las islas donde anida.
<i>Mycteria americana</i>	Mm	Rp	NE	Pr	PM	Pérdida y reducción de hábitats tales como pantanos de agua dulce y salobres, lagos, presas, bordes de río, y en ocasiones campos inundados.
<i>Egretta rufescens</i>	LC	Rp	NE	Pr	CA	Cacería, depredación por animales ferales, pesticidas, redes de pesca, reducción del hábitat en aguas costeras incluyendo salinas, intermareales y manglares.

La norma enlista en la categoría de en peligro de extinción a la subespecie *Haematopus palliatus frazari* (ostrero americano) cuya distribución geográfica abarcaría el SAR del proyecto. Sin embargo, actualmente CONABIO considera dicho taxón inactivo⁵ y sólo reconoce la presencia de la especie *H. palliatus* (no incluida en la norma) en el territorio mexicano. Algunos autores hacen uso del epíteto *H. palliatus frazari* sobre todo para facilitar la referencia a las poblaciones específicas^{6,7}. Otros consideran que la designación de esta subespecie surgió de la observación de organismos híbridos de *Haematopus palliatus* con *Haematopus bachmani* en la región de Los Cabos, México⁸.

A pesar de la presencia de algunas especies en alguna categoría de protección, el área terrestre que ocupará el proyecto no constituye un área relacionada directamente con su conservación. Por ejemplo, *Sterna elegans* es una especie importante en el ecosistema del Golfo de California, debido a ser numerosa durante su temporada de anidación (marzo a julio). Se alimenta de pequeños peces pelágicos menores, que constituyen el segundo nivel trófico del ecosistema marino pelágico, después del fito y zooplancton.

⁵ <http://conabio.inaturalist.org/taxa/206637-Haematopus-palliatus-frazari>

⁶ RHRAP – Plan de Conservación para el *Haematopus palliatus* por el Hemisferio, v1.1 Febrero 2010

⁷ Clay *et al.* 2014. A global assessment of the conservation status of the American Oystercatcher *Haematopus palliatus*. International Wader Studies 20: 62-82.

⁸ <http://ibc.lynxeds.com/species/american-oystercatcher-haematopus-palliatus>

En cuanto amenazas para dicha especie, estas consisten en la presencia de especies introducidas en las islas en donde anida, principalmente Isla Rasa (Banks, 1963; Velarde y Anderson, 1993). Este riesgo ya no existe actualmente, ya que las ratas fueron erradicadas de Isla Rasa. Sin embargo, sigue existiendo en algunas de las otras islas en donde anidaban en el pasado, por ejemplo, en Isla Isabela existen ratas y gatos introducidos. Un caso similar es el de las gaviotas como *Larus hermannii*.

El Pelicano Pardo (*Pelecanus occidentalis*) tiene una distribución que abarca la región del proyecto. La subespecie *Pelecanus occidentalis californicus* habita en las islas y costas del océano Pacífico desde el estado de California en la costa suroeste de los Estados Unidos, hasta el oeste de México podría también encontrarse en la región. Esta subespecie se consideró como amenazada debido a que, en los años 60 y 70, sus poblaciones comenzaron a reducirse drásticamente debido al consumo de pescado con restos de DDT y otros plaguicidas duros. Esto provocaba que la cáscara del huevo fuera pobre en calcio y estos se rompieran fácilmente afectando la supervivencia de los embriones. Actualmente las poblaciones se han recuperado paulatinamente, pero la destrucción de las áreas de anidación, tala y desarrollos costeros continúan siendo amenazas para esta especie. Se conoce de muertes de pelícanos por causa de intoxicación con pesticidas en el agua y por enredarse en las redes de pesca⁹.

En la zona de los manglares alrededor de la Bahía de Ohuira se presentan las cuatro especies vegetales en la categoría de Amenazadas: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Este último también se encuentra en las comunidades terrestres, como un elemento más de la vegetación secundaria. En las colindancias del sitio del proyecto sólo se encuentran *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, las cuales crecen directamente en la orilla de la laguna.

Las lagunas y el área marina adyacente son importantes para la alimentación y desarrollo de cuatro especies de tortuga marina: la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga marina verde del Pacífico o prieta (*Chelonia agassizii* o *Chelonia mydas agassizii*) y la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*).

⁹ CONABIO. 2009. Monitoreo de la población y condiciones de salud del Pelicano Pardo (*Pelecanus occidentalis californicus*) en las colonias de reproducción de la región de las grandes islas y norte del Golfo de California.

Actualmente estas cuatro especies se encuentran en categoría de especies en peligro. Cabe destacar que en el frente de laguna donde se propone la terminal portuaria no hay playas adecuadas ni accesibles para la anidación de tortugas.

Por lo que se refiere a la atención, manejo y propuestas relacionadas a las especies mencionadas, el proyecto se apegará a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y de su Reglamento. No habrá ningún tipo de actividad que dañen directamente a los individuos como captura o cacería. Entre las acciones propuestas se encuentran la restauración de hábitats de manglar en el sistema lagunar, en la zona de El Maviri y acciones para mejorar la calidad del agua que descarga a la Bahía de Ohuira.

III.7.3. Otras Normas Aplicables.

Existen otras normas aplicables a etapas del proyecto o a actividades temporales. En algunos casos la aplicación de estas normas estará a cargo de terceros, como sería el caso de las empresas constructoras que participen en el proyecto y servicios portuarios entre otros por lo que el cumplimiento de las mismas se establecerá en los contratos respectivos, obligando a los proveedores a tener personal capacitado en la normatividad aplicable.

Tabla III.19. Normas de posible aplicación a actividades del proyecto.

NORMA	ESPECIFICACIONES
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p>	<p>Esta norma no será aplicable al proyecto dado que no habrá descargas al sistema de alcantarillado municipal.</p>
Emisiones a la atmósfera	
<p>NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>En virtud de que los vehículos de transporte y maquinaria que utilizará el promovente durante las etapas de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento del muelle y de la pasarela que incluye el amonioducto y la banda transportadora de urea, utilizan gasolina como combustible, se implementarán los mecanismos para que sus emisiones de contaminantes provenientes del escape no superen los límites máximos establecidos en esta NOM. Para tal efecto, su operación se realizará bajo los lineamientos de un estricto programa de mantenimiento preventivo, el cual quedará registrado en la bitácora de cada equipo, independientemente del cumplimiento de la obligación de someter a verificación aquellos vehículos que obligatoriamente tengan que someterse a esas rutinas ante la autoridad estatal competente. Al amparo de dicho programa se llevarán a cabo las revisiones periódicas, y se anexará una copia a los informes de cumplimiento de las medidas de mitigación que se presentará ante la DGIRA, de manera periódica.</p>
<p>NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, como combustible.</p>	<p>En caso de que el promovente y/o sus contratistas utilicen vehículos automotores que usen como combustibles gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, implementará las medidas necesarias para que las emisiones contaminantes de dichos vehículos no superen los límites máximos permisibles establecidos en esta NOM.</p>
Residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial	
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento de la terminal portuaria, se prevé generar diversos tipos de residuos, algunos de los cuales se consideran peligrosos en su clasificación de residuos peligrosos por fuente específica. Por tal motivo, el promovente procederá de acuerdo a sus</p>

Tabla III.19. Normas de posible aplicación a actividades del proyecto.

NORMA	ESPECIFICACIONES
	lineamientos de esta NOM, para realizar la identificación y la clasificación de dichos residuos.
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</p>	<p>En caso de que durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento del muelle y la pasarela que incluye el amonioducto y la banda transportadora de urea, se presente una mezcla de dos o más residuos peligrosos, que por sus características físico-químicas pudieran ser incompatibles, el promovente ajustará su manejo al procedimiento establecido, y determinará la incompatibilidad eventual entre ellos.</p>
<p>NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.</p>	<p>El promovente observará y se sujetará a los criterios establecidos para clasificar a los Residuos de Manejo Especial, que sean generados durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento del muelle y la pasarela, así como para determinar aquellos que son sujetos a Plan de Manejo; también considerará los elementos que establece para formular dichos Planes. De ser el caso, el promovente inscribirá su plan de manejo y llevará un registro de todas sus actuaciones.</p>
Contaminación por ruido	
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.</p>	<p>El promovente implementará las medidas necesarias para que los vehículos automotores utilizados durante las etapas de preparación del sitio, así como la construcción, operación y mantenimiento de la terminal portuaria, no superen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes establecidos en esta NOM.</p>

III.7.4. Acuerdo Secretarial número 103 mediante el cual se expiden los formatos que establece la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Este acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio del 2014. En él se expiden los formatos que establece la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, de acuerdo al material que se pretenda verter, siendo aplicables al proyecto los dos siguientes:

- a) Formato # 1MPAD Material procedente de actividades de dragado;

- h) Formato # 8 SMEDCM Substancias, Materiales y Estructuras destinadas a Construcciones en el mar (nombre modificado mediante Nota Aclaratoria publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de julio de 2014)

III.7.5. Estándar de la OSHA para el Manejo del Amoniaco.

Los estándares de la Administración para la Seguridad e Higiene Laboral no son directamente aplicables en el territorio mexicano, pero son una referencia importante para alcanzar el objetivo de crear condiciones adecuadas para los trabajadores. En particular, este estándar es para aplicarlo al diseño, construcción, ubicación, instalación y operación de sistemas de amoniaco anhidro incluyendo sistemas de almacenamiento de amoniaco refrigerado. Este es aplicable en el muelle de carga de la terminal portuaria.

Las medidas de seguridad y características de equipos empleados estarán más relacionadas con aspectos laborales y de riesgo que con los impactos ambientales. Los requisitos se deberán cumplir en los manuales de seguridad del muelle.

III.8. Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

III.8.1. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal.

La conservación de las áreas de interés biológico y/o ecológico es importante, ya sea por sus recursos naturales, por su alta biodiversidad, por la presencia de numerosas especies protegidas por algún instrumento legal o convenio internacional, por presentar especies endémicas de México o de la región, o bien porque no se han realizado estudios, entre otros factores. Específicamente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) están establecidas por parte de alguna entidad gubernamental mediante un decreto, en el que se describen los lineamientos para su protección (CONANP, 2017), (Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas, 2017).

El sitio para el proyecto de construcción de la terminal portuaria no forma parte de ninguna de las 12 áreas naturales protegidas (ANP) de competencia federal (Tabla III.20) decretadas en la región Noroeste y Alto Golfo de California del sistema de CONANP (Figura III.15). Tampoco se encuentra en colindancia inmediata con ninguna área natural protegida mediante decreto federal, estatal o municipal.

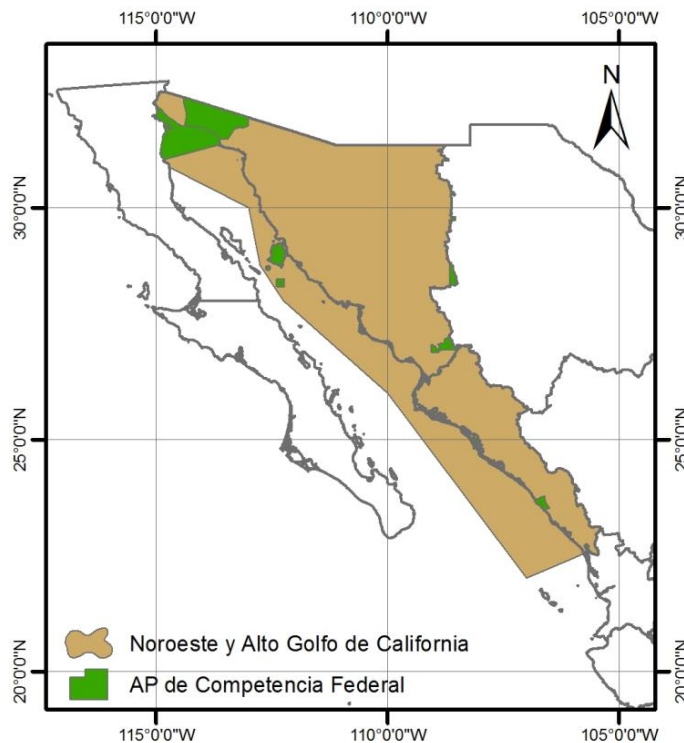


Figura III.15. Ubicación del sitio en la región Noroeste y Alto Golfo de California de CONANP.

Tabla III.20. Áreas Protegidas, por categoría, en el Noroeste y Alto Golfo de California.

Categoría	Número de AP	Superficie (hectáreas)
Reserva de la Biosfera	5	1,512,350
Área de Protección de Flora y Fauna	1	50,318
Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas	1	91,637
Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre	2	61,094
Santuario	2	137
Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre	1	182,869
Totales	12	1,898,405

Dentro de las lagunas Bahía de Topolobampo y Bahía de Ohuira se encuentran una serie de islas que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California" (zona sur) con decreto del 7 de junio de 2000 (Figura III.16).

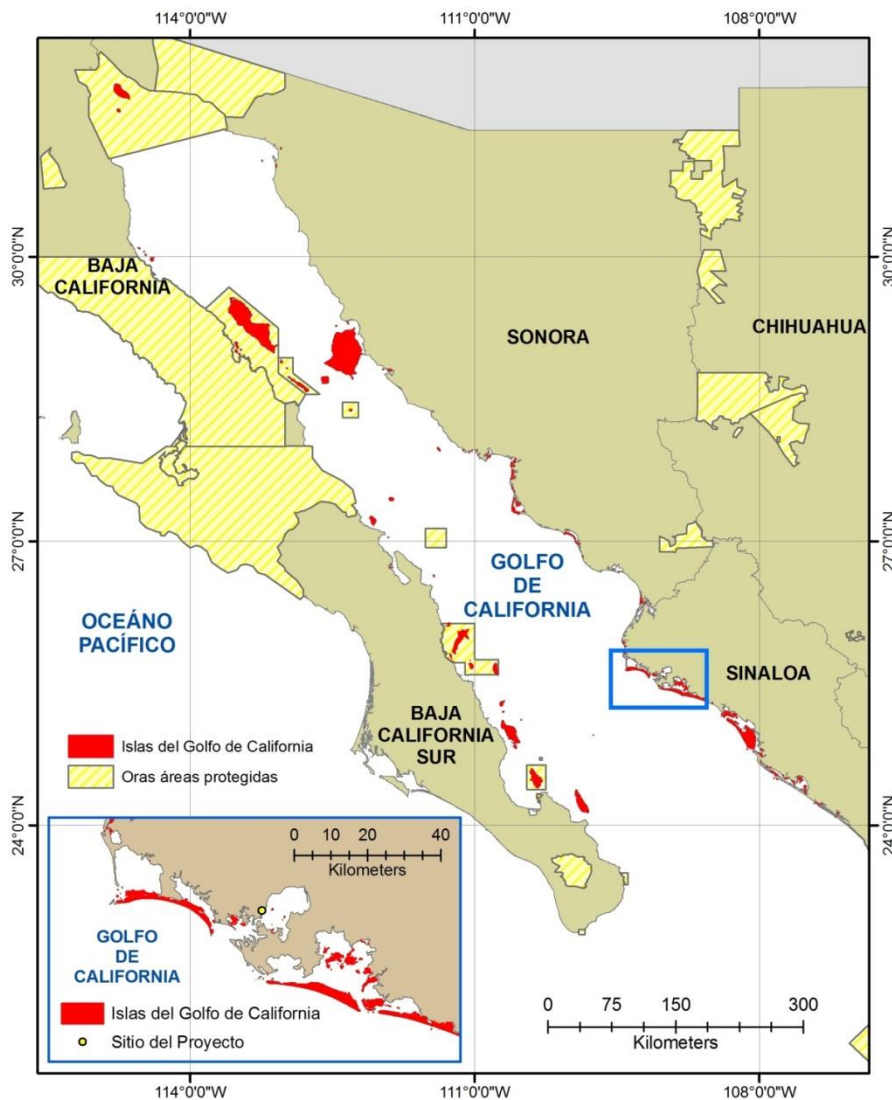


Figura III.16. ANP Islas del Golfo de California.

Algunos atributos ecológicos de este sistema insular son: alto número de endemismos especialmente en cactáceas y reptiles, presencia de numerosas e importantes colonias reproductoras de aves marinas, importancia como sitios de descanso de aves durante su migración, alto grado de vulnerabilidad a los impactos ocasionados por las actividades humanas (SEMARNAT, 2001). El proyecto no incluye actividades u obras que puedan afectar las islas, por lo que no hay conflicto con esta ANP (Figura III.17).

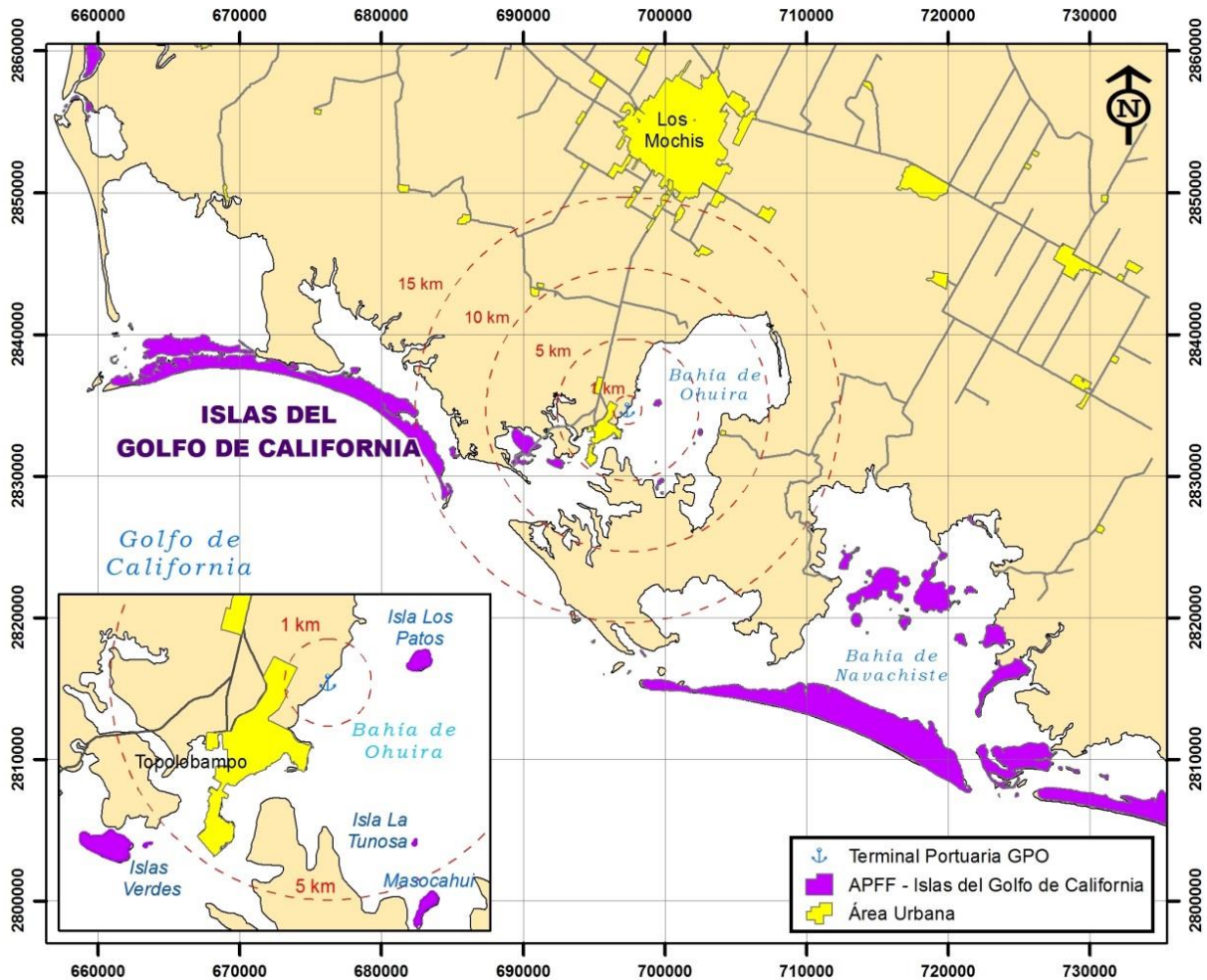


Figura III.17. Ubicación del sitio respecto al área natural protegida más cercana.

Por otra parte, aunque no se trata de un área natural protegida por decreto, en el municipio de Ahome, la zona conocida como Isla Las Animas se destinó al servicio de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con una superficie de 8,139,462.28 metros cuadrados de playa marítima (zona inundable), con el objeto de que se utilice para uso de protección.

Esto se hizo a través de un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de enero de 2016. Esta zona se encuentra a aproximadamente 8 km del sitio de la terminal portuaria y no se realizará ninguna obra dentro de ella (Figura III.18).

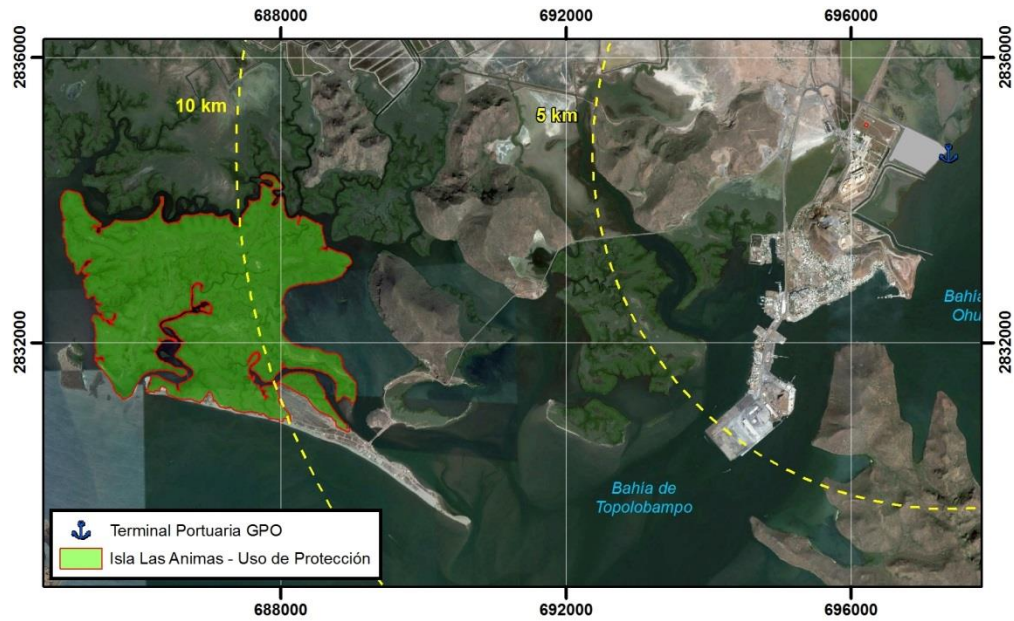


Figura III.18. Ubicación de la Isla Las Animas en relación con el sitio de la terminal portuaria.

III.8.2. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal.

La zona natural con decreto de protección estatal más cercana al sitio del proyecto es la *Zona Sujeta a Conservación - Navachiste*, que abarca una superficie de 17,055 ha y se localiza entre los municipios de Ahome y Guasave (Figura III.19). Esta zona se encuentra en la orilla contraria de la laguna y no tendrá ningún conflicto de uso de suelo con el proyecto de construcción de la Terminal Portuaria GPO.

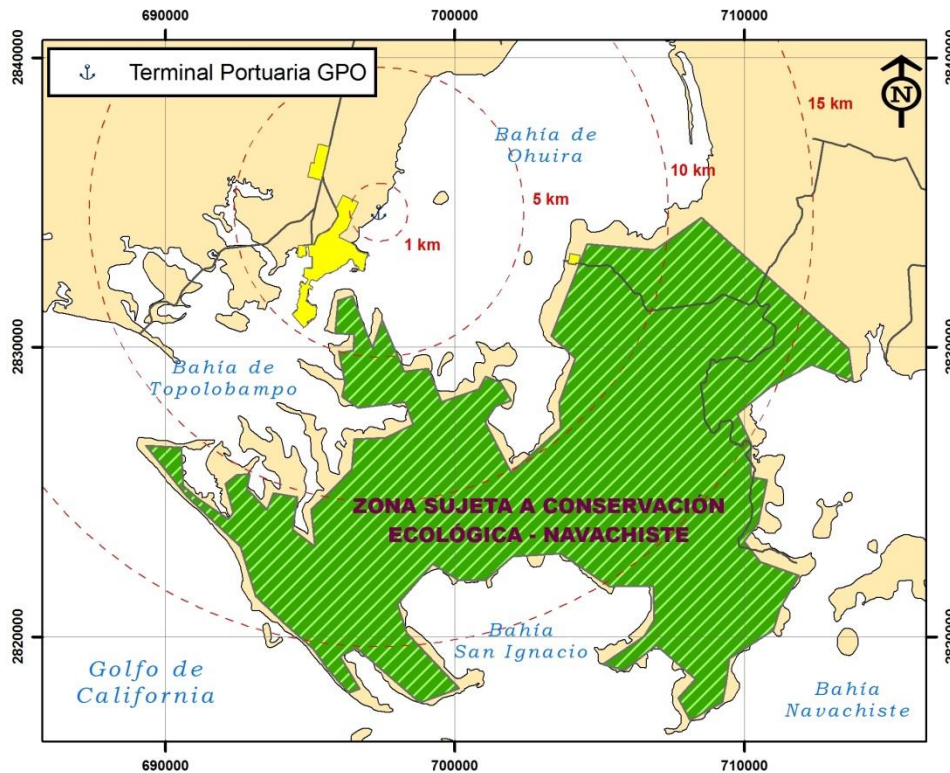


Figura III.19. Ubicación del proyecto respecto a la ZSCE Navachiste.

III.8.3. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro o en colindancia inmediata con ninguna zona protegida con decreto municipal. La más cercana al proyecto es la denominada como La Cueva del Murciélago del Ejido Topo Viejo (Figura III.20), con carácter de zona de preservación ecológica de los centros de población, con una superficie de 6,020 m².

Esta ANP está localizada cerca del sistema lagunar Topolobampo, a un lado de la carretera al Mavíri, y es un ecosistema que concentra una gran población de estos animales, los cuales son considerados importantes para el control de plagas en la

agricultura y su contribución en la polinización en el Valle del Fuerte. El número de organismos en estas cuevas es de cientos de miles y las instalaciones de GPO estarían dentro del rango de actividades de los murciélagos. Sin embargo, el proyecto no interfiere con las cavernas.

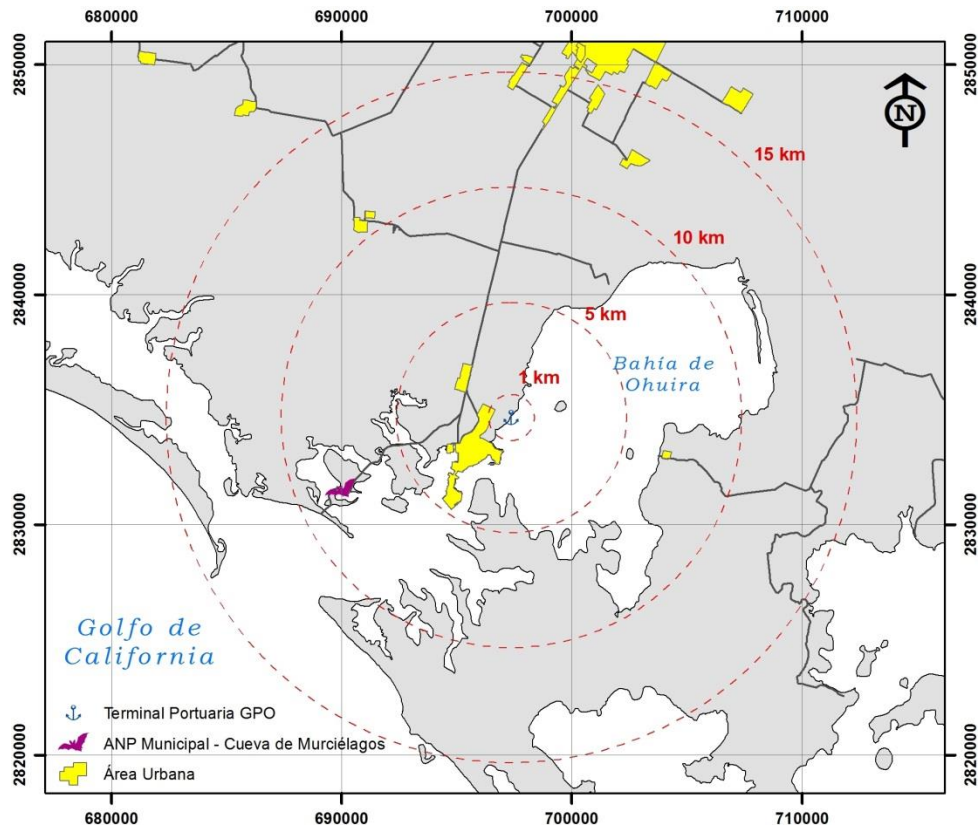


Figura III.20. Ubicación del proyecto respecto a la ANP municipal Cueva de Murciélagos.

III.8.4. Regiones Terrestres Prioritarias.

Las 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) definidas por Arriaga *et al.* (2000) tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la delimitación establecida por la CONABIO, el sitio del proyecto se encuentra en la RTP 22 (Marisma Topolobampo-Caimaneros) la cual ocupa parte de los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, Guasave y Mocorito, en el extremo noroeste del estado de Sinaloa. Las localidades de referencia son Los Mochis, Guamúchil, Guasave, y La Reforma. Posee una superficie de 4,203 km², siendo sus coordenadas extremas 24° 23' 24" a 25° 50' 24" de latitud norte y 107° 35' 24" a 109° 26' 24" de longitud oeste (Figura III.21).

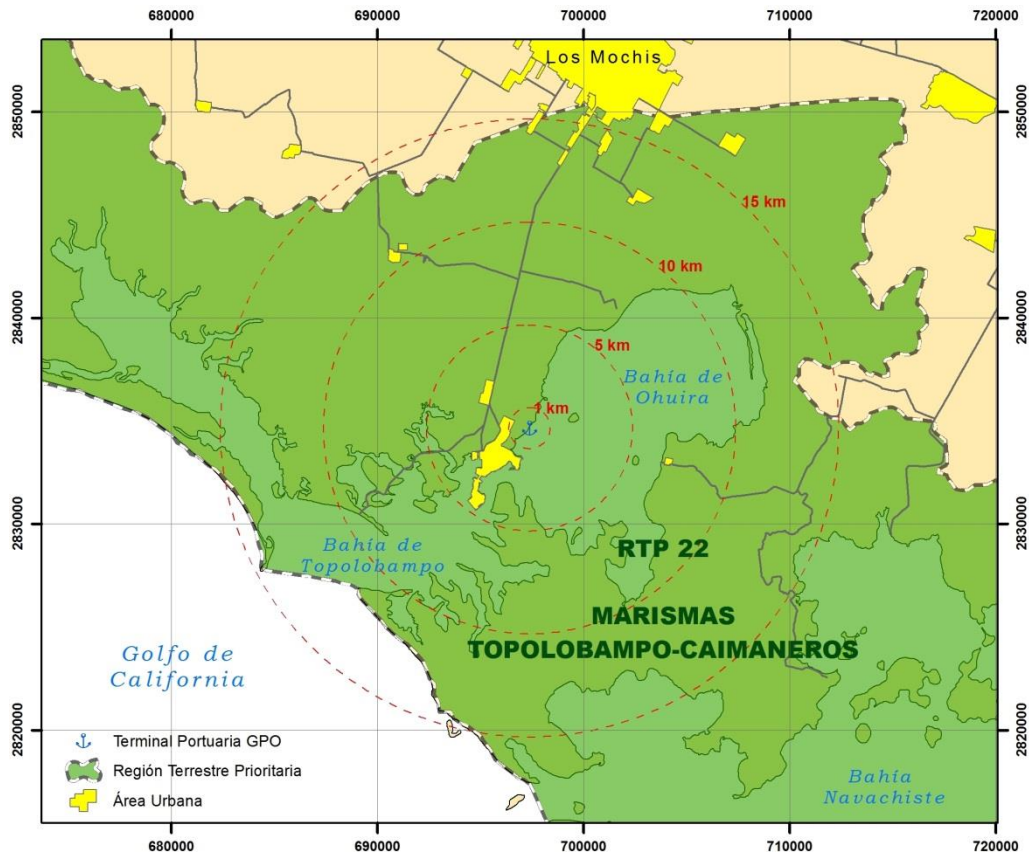


Figura III.21. Ubicación del sitio en relación con RTPs, definidas por CONABIO.

Esta región se delimitó con base en los límites de la vegetación, la cual incluyó el tipo manglar y la vegetación halófila cercana a la línea de costa. Los límites extremos del noroeste y suroeste se ampliaron para abarcar la vegetación de manglar presente en la zona de lagunas, quedando incluidos como parte de la región estos cuerpos de agua.

Por su extensión (mayor a 1,000 km²), esta RTP posee un valor para la conservación de 3 y se considera una región prioritaria en función de la presencia de ecosistemas con alta productividad acuática. La fauna asociada a sus manglares es de cocodrilos y aves

acuáticas. Presenta vegetación de manglares y vegetación halófila y su problemática ambiental radica en la desecación de pantanos.

Con relación a los aspectos bióticos, su valor para la conservación es 1 (bajo) y se refiere básicamente a los ambientes ligados a marismas o los relacionados con las lagunas costeras. Los principales tipos de vegetación y usos del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie se presentan en la Tabla III.21:

Tabla III.21. Principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en la RTP 22.

Tipo de Vegetación	Características	Porcentaje
Vegetación halófila	Vegetación que se establece en suelos salinos	39%
Manglar	Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres. Pueden alcanzar los 25 m.	22%
Matorral crasicaule	Vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño como nopaleras, chollas y sahuaros.	11%
Áreas sin vegetación aparente	Áreas áridas o erosionadas en donde la vegetación no representa más del 3 %, se incluyen eriales, depósitos de litoral, jales, dunas y bancos de ríos.	10%
Agricultura, pecuario y forestal	Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.	8%
Matorral sarcocaula	Vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza papirácea. De zonas áridas y semiáridas.	7%
Selva baja espinosa	Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura con dominancia de especies espinosas.	3%

Como ya se ha señalado anteriormente, el proyecto no afectará áreas de manglar y los elementos a desarrollar en tierra, el trazo de los ductos y el arranque de la pasarela, se harán sobre áreas donde no hay vegetación, por lo que no se considera que reduzca el valor o afecte los objetivos de esta RTP.

III.8.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Este programa establece 230 AICAS, las cuales quedan clasificadas dentro de alguna de 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. Para cada área o AICA fue desarrollada una descripción técnica que incluye su descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

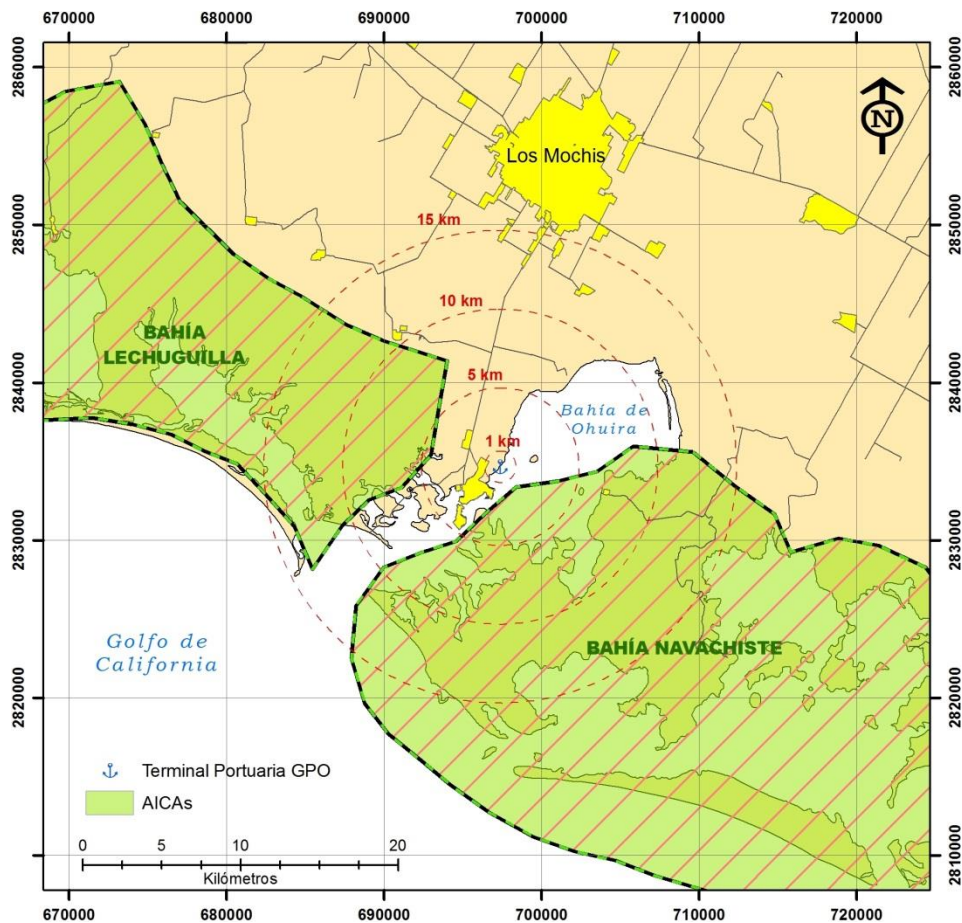


Figura III.22. Ubicación del sitio en relación con AICAS, definidas por CONABIO.

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna de estas AICAS (Figura III.22), aunque si existen dos dentro de un radio de 5 km. La distribución de las AICAS puede ser un indicador del hecho de que, a pesar que en los alrededores del sitio del proyecto pueden

observarse aves, no existen ahí áreas importantes de anidación o reproducción. Por otra parte, las otras zonas con mayor importancia para las aves son las islas que se encuentran de los cuerpos lagunares, las cuales están incluidas en el decreto que establece el Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California".

III.8.6. Programa de Regiones Prioritarias Marinas de México.

De acuerdo con la delimitación y caracterización hecha por la CONABIO de 70 áreas costeras y oceánicas de México (Arriaga *et al.*, 1998a), las zona costera del SAR no se encuentra en ninguna de las Regiones Prioritarias Marinas (Figura III.23).

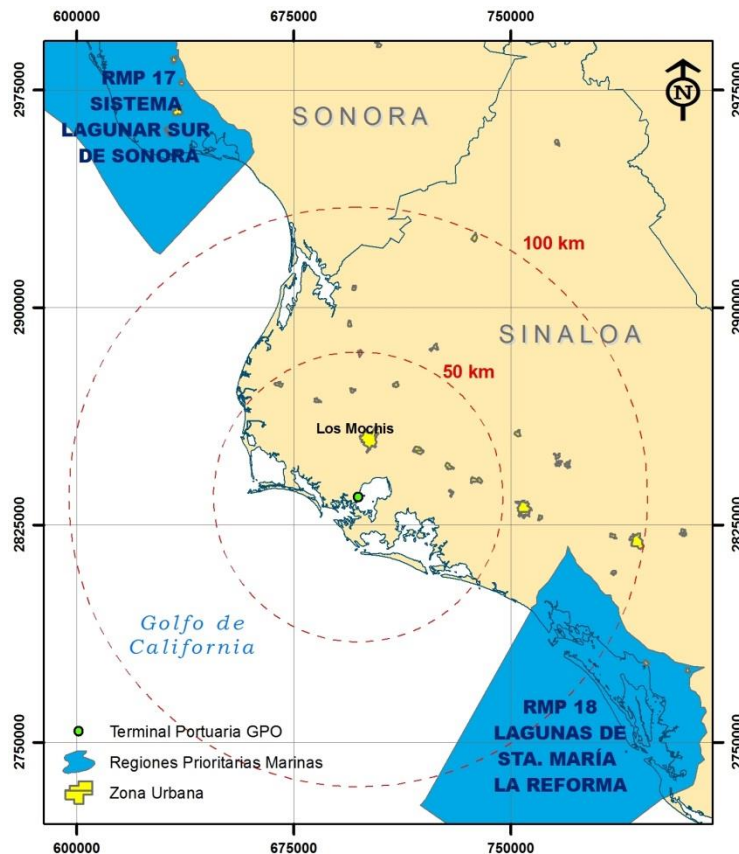


Figura III.23. Ubicación del sitio en relación con las RPMs, definidas por CONABIO.

III.8.7. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998).

De acuerdo con la CONABIO, hay identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza.

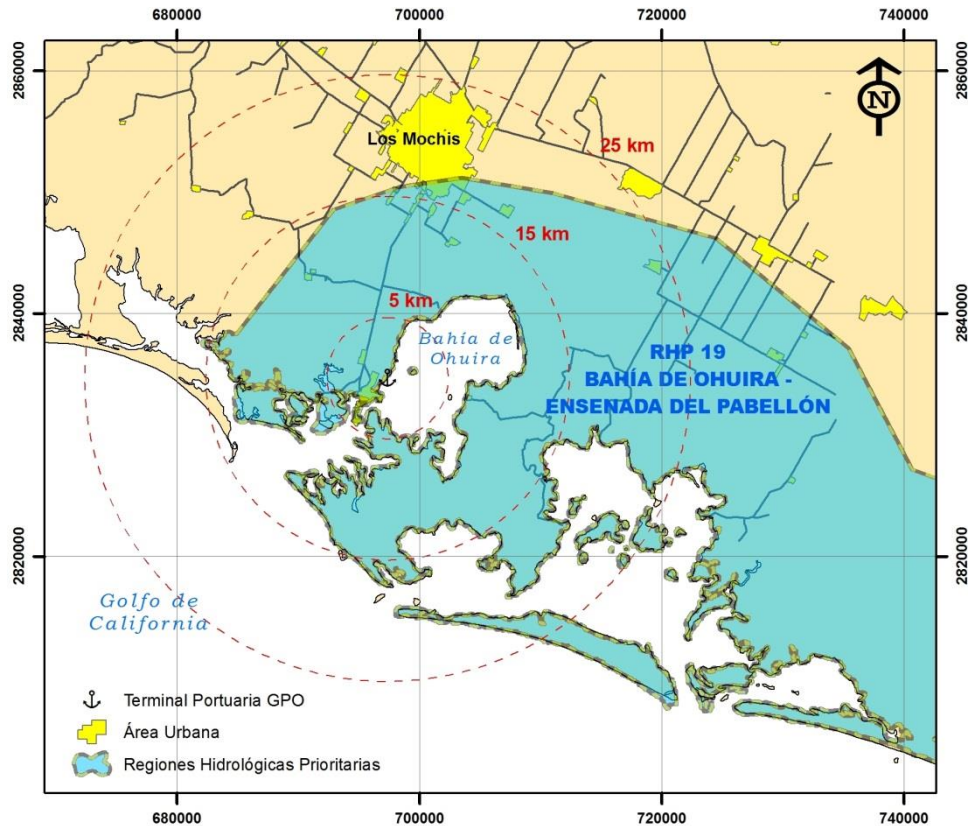


Figura III.24. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO.

Este programa, que está sintetizado en un mapa del territorio nacional (escala 1:1,000,000) y contiene fichas técnicas de cada área, establece las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación. Para cada área se ha proporcionado información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

El sitio donde se desarrollarán los elementos terrestres del proyecto (el arranque de la pasarela, así como parte del trazo del amonioducto y de la banda transportadora) forma parte de la RHP 19, Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón (Figura III.24), lo cual

refleja como el desarrollo de diversas actividades humanas no han reducido totalmente el valor de esta zona para la conservación.

La RHP 19 se encuentra en el estado de Sinaloa y abarca una superficie de 4 433.79 km² dentro de un polígono que va de la latitud 25° 45' 36" a la 24° 18' 36" N y de longitud 109° 10' 12" a la 107° 22' 12" W. Sus recursos hídricos principales son cuerpos lénticos en forma de llanuras de inundación, pantanos dulceacuícolas, lagunas, esteros mientras que los lóticos son los ríos Culiacán, Sinaloa y Mocorito (cuencas bajas), ríos temporales, arroyos, drenes agrícolas.

Los principales poblados son Topolobampo (cerca de donde se ubicará el proyecto), Guasave y Los Mochis. La actividad económica principal incluye la agricultura (ingenios azucareros, algodón), pesca (camarón, lisa, cazón, tiburón), salinas, conservación y enlatado de mariscos, empacadora de frutas, legumbres y carne. La Tabla III.22 presenta la problemática de esta RHP y la forma en que el proyecto interactuará con ella.

Tabla III.22. Problemática de la RHP 19 e interacciones con el proyecto.

Problemática	Efecto del Proyecto
Modificación del entorno por agricultura intensiva, construcción de presas, desforestación, asolvamiento acelerado por las tierras agrícolas, desecación de pantanos y canales para uso agrícola.	El proyecto no incrementa la problemática de la RHP descrita en este punto.
Contaminación: por trampas de agroquímicos y descargas de ingenios, aguas residuales domésticas y metales pesados.	El proyecto no descarga aguas residuales, por lo que no incrementa la problemática de la RHP descrita en este punto.
Uso de recursos: especies de Anátidos y Ardeidos en riesgo. Especies introducidas de lirio acuático <i>Eichhornia crassipes</i> y tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i> . Los manglares actúan como filtro de agroquímicos y metales pesados.	El proyecto no hará uso de especies de flora o fauna de la RHP. Tampoco introducirá ninguna especie exótica o hará uso de estas de ninguna manera.

Con respecto a la conservación, preocupa el asolvamiento asociado con la reducción del hábitat, la alteración de la calidad del agua por actividades agropecuarias y domésticas, así como la posibilidad de problemas de ingestión de plomo (municiones). Se necesita un control de azolves, mejorar la calidad del agua y derecho de cuotas de agua, controlar la dinámica de agroquímicos e inventarios de flora y fauna acuáticas.

III.9. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.

La Tabla III.23 presenta las categorías e instrumentos aplicables al área de estudio. En este caso se considera que el proyecto no tiene conflictos con ningún instrumento legal de planeación o protección de áreas naturales. En la actualidad, ningún instrumento de planeación vigente de carácter municipal o estatal prohíbe o limita la construcción de la terminal portuaria.

Para el sitio del proyecto no hay un decreto de área natural protegida, de ninguno de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal o federal), que pudiese provocar un conflicto con la construcción y operación de la terminal portuaria. Sin embargo, por encontrarse dentro de un sitio Ramsar, el proyecto incluye acciones orientadas al mejoramiento del medio ambiente regional, tales como las acciones de restauración en la zona conocida como El Maviri.

Tabla III.23. Programas y ordenamientos aplicables al área de estudio en evaluación.

Instrumento	Sitio del Proyecto
Decreto de ANP Municipal	No
Decreto de ANP Estatal	No
Decreto de ANP Federal	No *
AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves)	No
Regiones Marinas Prioritarias de México	No
Regiones Terrestres Prioritarias de México	RTP 22 (Marismas Topolobampo-Caimaneros)
Regiones Hidrológicas Prioritarias de México	RHP 19 - Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón
Sitio Ramsar	Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira
Ordenamientos Urbanos	No
Ordenamiento Estatal	No
Ordenamiento Regional	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California
*Las islas en la Bahía de Ohuira forman parte del APFF Islas del Golfo de California.	

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1. Proceso para la Descripción del Entorno Ambiental.

IV.1.1. Metodología empleada.

Para poder determinar el impacto ambiental de un proyecto, primero es necesario conocer las características geográficas, geológicas, fisiográficas, climatológicas, edáficas, de vegetación e hidrológicas; atributos florísticos y faunísticos del lugar; así como las tendencias y factores de deterioro dominantes. Además, de acuerdo con lo que establece el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, en los estudios de impacto ambiental es necesario hacer una descripción del sistema ambiental regional (SAR) en el que se insertará el proyecto.

Es por esto que para la correcta caracterización es necesaria la selección de los componentes tanto del Sistema Ambiental Regional (SAR) como del Área de Influencia (AI) y del Área de Proyecto (AP), para posteriormente realizar la identificación de los impactos ambientales. Estos componentes, en conjunto, son la base del trabajo de caracterización del Sistema Ambiental y el Área de Influencia y además ayudan a establecer sus relaciones con el proyecto, por lo que se mencionan a continuación la descripción de cada concepto:

- **Sistema Ambiental Regional (SAR).** Unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Es considerado el límite de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, mediante el cual es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, que a su vez permite desarrollar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto.
- **Área de Influencia (AI).** Territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos del proyecto sobre los componentes ambientales ya sean naturales,

sociales o económicos, derivados no sólo de las actividades directas del proyecto sino también de las actividades subsecuentes del mismo, de los cambios de accesibilidad, costos de transporte, efectos físicos y otros. Así, el AI incorpora dos conceptos: el área de impactos directos (AID) y el área de impactos indirectos (AII).

- **Área del proyecto (AP).** Es el ámbito geográfico donde se presentarán de manera evidente los impactos ambientales y socioeconómicos, que, en este caso, corresponde a la superficie donde se construirá y operará el proyecto. Se relaciona principalmente con los componentes ambientales de suelo, agua, aire, flora, fauna, infraestructura rural/urbana y población. Esta área es la que corresponde al Área de Influencia Directa (AID) del proyecto.

Considerando las definiciones mencionadas en el apartado anterior es preciso describir la metodología de delimitación geográfica del SAR y AI (incluyendo el AID y el AII). Esta metodología incluye tres fases de análisis:

1. *Análisis territorial.* Se trata de la identificación y localización de los elementos bióticos y abióticos presentes en el territorio.
2. *Análisis funcional.* A partir del conocimiento de los elementos bióticos y abióticos, se realiza la interpretación del territorio con base en las expresiones y evidencias de los ciclos y procesos naturales que se llevan a cabo en el área. Este análisis es la base del concepto de Integridad Funcional del Ecosistema.
3. *Análisis de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.* Considera escenarios de eventos y efectos a partir de los resultados de los análisis territorial y funcional, particularmente de la información socioeconómica, así como con las disposiciones de los instrumentos legales y las políticas de desarrollo aplicables a la región.

A continuación, se describen los criterios utilizados para ubicar, dimensionar e interpretar el territorio en donde se construirá la terminal portuaria. La metodología utilizada incluyó el desarrollo de cartografía específica del sitio propuesto para el muelle de carga, con mayor

detalle que la disponible en INEGI y en otras fuentes de información oficial. La estrategia utilizada para esta actividad considera los siguientes pasos fundamentales:

- Desarrollo de la cartografía general.
- Identificación de la macroregión donde se desarrollará proyecto.
- Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).
- Delimitación del Área de Estudio.
- Generación de cartografía específica.
- Descripción del Sistema Ambiental Regional y el Área de Estudio.

IV.2.Desarrollo Metodológico.

IV.2.1. Desarrollo de la Cartografía General.

Para poder analizar los rasgos del territorio, cuantificar sus superficies y determinar la distancia entre los diferentes rasgos geográficos, elementos naturales y de origen humanos se requiere contar con el material cartográfico adecuado. Para esto, el proceso de generación de planos generales del territorio se realizó de la siguiente manera:

- Recopilación de material cartográfico.*** Se obtuvo información geográfica digital, con escalas 1:1,000,000 y 1:250,000, que abarca la zona costera del norte de Sinaloa referente a topografía, fisiografía, geología, hidrología, clima, vegetación y uso del suelo. Además, se empleó la información topográfica a escala 1:50,000.
- Delimitación de la macroregion en la cartografía.*** Mediante el análisis de la información de la clasificación general del territorio y la zonificación ambiental se identificó la macroregión, con características muy generales, en la que se encuentra el sitio del proyecto. Con la información de regiones y subcuencas hidrológicas se acotó aún más el área, para identificar una región ambientalmente homogénea, en la que los elementos ambientales relevantes aún se encuentren representados.
- Procesamiento de información cartográfica para el SAR.*** Con el SAR y el sitio de estudio ya delimitados, se extrajeron los datos geográficos para el área que ocupa y se homogeneizó en los diferentes temas y escalas el sistema de proyección

geográfica empleando el sistema UTM, zona 12, con datum de referencia horizontal ITRF92.

- d. **Análisis de la información.** Cada conjunto de datos fue preparado de acuerdo a la codificación temática dando una representación adecuada y comprensible analógicamente. Posteriormente se calculó la superficie de las unidades cartográficas en cada uno de los temas y se generaron tablas y gráficos de superficies.
- e. **Representación cartográfica final.** Esta etapa consistió en dar a los datos geográficos digitales una simbología temática, dar formato e incluir el resto de elementos complementarios para darle una representación cartográfica.

IV.2.2. Identificación de la macroregión.

Para iniciar la caracterización general del sitio del proyecto el primer paso será el delimitar la región en la que se llevará a cabo. Para estos se emplearán criterios biológicos, ecológicos e hidrológicos, incluyendo las clasificaciones empleadas por la CONABIO para la regionalización del territorio.

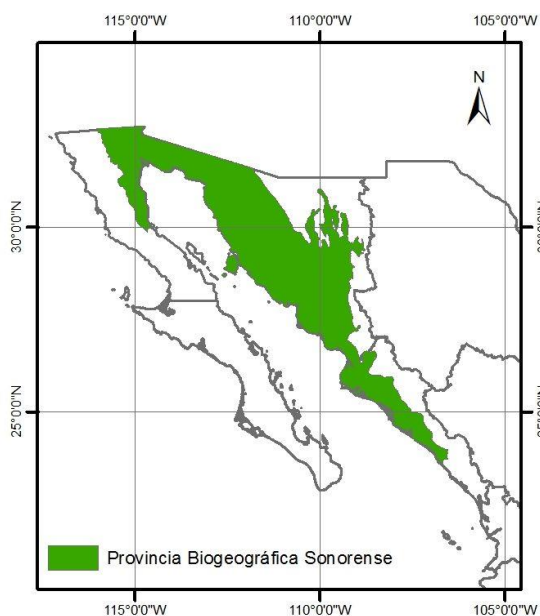


Figura IV.1. Regionalización biogeográfica.

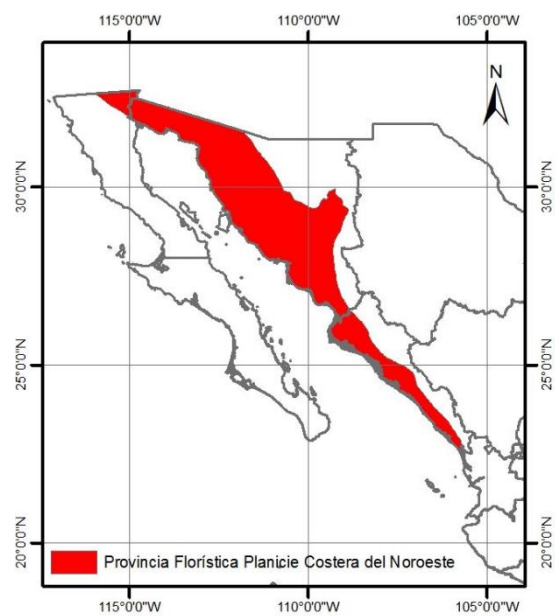


Figura IV.2. Provincias florísticas de México.

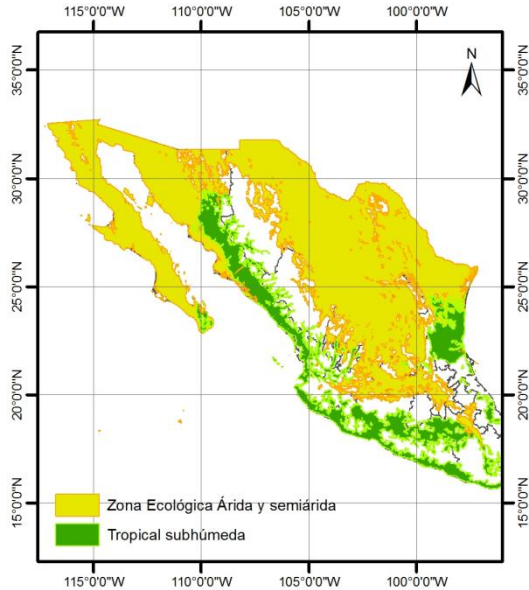


Figura IV.3. Regionalización ecológica.

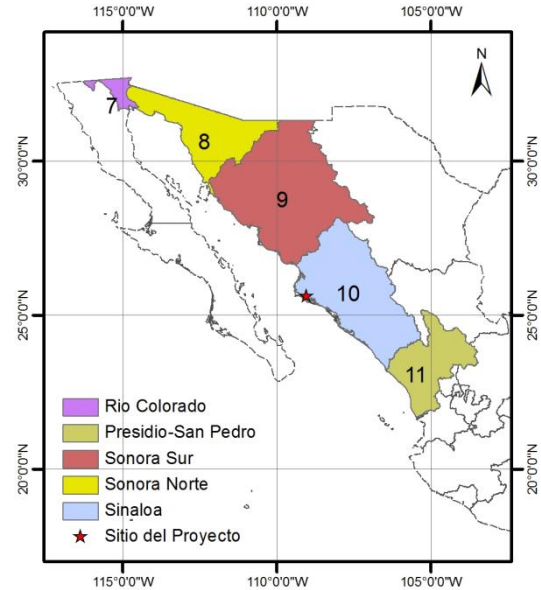


Figura IV.4. Regiones Hidrológicas.

Las bahías de Topolobampo y Ohuira se encuentran en el extremo noroeste del estado de Sinaloa, en la Planicie Costera Noroccidental de México. Esta región pertenece a la Provincia Biogeográfica Sonorense (Figura IV.1), que abarca desde la porción nororiental de la península de Baja California hasta la cuenca del Río Piaxtla en el sur, ocupando la mayor parte del estado de Sonora, la franja costera de Sinaloa, y porciones de los estados de Arizona y California, en los Estados Unidos de América.

La provincia es relativamente baja, no excediendo 1000 m de altitud, con llanuras interrumpidas por montañas de altura moderada y dunas. Se caracteriza por taxones de helechos (*Pteridaceae: Argyrochosma jonesii* y *Thelypteris puberula* var. *sonorensis*); angiospermas (*Asteraceae: Agiabampo*; *Burseraceae: Bursera laxiflora*); coleópteros (*Carabidae: Agonum parextimum*; *Heteroceridae: Heterocerus unituberculosis*; *Scarabaeidae: Cotinis producta*); anfibios (*Bufonidae: Bufo alvarius*); serpientes (*Viperidae: Crotalus cerastes*); y aves (*Fringillidae: Aimophila carpalis*; *Phasianidae: Callipepla gambelli*; *Sturnidae: Toxostoma bendirei*). Además, por su ubicación en la costa, en los sistemas lagunares existen especies halófilas cubriendo grandes extensiones.

De acuerdo con el tipo de vegetación, el municipio de Ahome se encuentra en la Provincia Florística Planicie Costera del Noroeste, definida por Rzedowsky, que ocupa la mayor

parte del estado de Sonora y se extiende por la costa de Sinaloa en forma de franja angosta (Figura IV.2). En él predominan los matorrales xerófilos de *Larrea divaricata* y *Franseria dumosa*, alternando con bosques de cactus gigantes del género *Cereus*. Entre los géneros de plantas más frecuentes se encuentran *Acacia*, *Agiabampo*, *Canotia*, *Carnegiea*, *Cercidium*, *Forchammeria*, *Idria*, *Ipomoea*, *Lysiloma*, *Olneya*, *Pachycereus*, *Prosopis* y *Yucca*.

Por otra parte, la regionalización ecológica se deriva de una correlación entre la vegetación, descrita anteriormente, con los principales tipos de climas, de forma que para los hábitats terrestres de México se han definido 6 grandes unidades ambientales o zonas ecológicas. De esta forma, el sitio de interés se localiza muy cerca de la transición entre las zonas ecológicas tropical subhúmeda a árida y semiárida (Figura IV.3).

La zona tropical subhúmeda tiene una distribución amplia que abarca una porción de la planicie costera del Pacífico y otros estados de México. Se caracteriza por tener un clima cálido húmedo con una temporada larga de sequía y con una marcada estacionalidad de la precipitación, y vegetación del bosque tropical caducifolio. Es importante por su abundancia de especies, así como porque tiene los índices más elevados de endemismos de flora y herpetofauna. Sin embargo, se calcula que más del 55% de la cubierta vegetal de esta zona ha sido eliminada por la extracción forestal y por la agricultura.

En cuanto a las zonas áridas y semiáridas, estas abarcan casi la mitad del territorio mexicano. La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual de menos 400 mm, y una época de secas de 8 a 12 meses, y la semiárida por tener una precipitación anual entre 400 a 700 mm con 6 a 8 meses secos.

La primera aproximación a la delimitación regional se basa en delimitar la zona en que las tres clasificaciones del territorio ya descrita se traslapan. La región resultante reduce los límites en sus extremos norte y sur, al tiempo que limita la regionalización ecológica a una franja costera (Figura IV.5). Una característica importante de la región es la transición entre tipo de vegetación que ocurre con el gradiente altitudinal al dejar la llanura costera, aunque la profunda transformación del territorio probablemente ha reducido los ecotonos.

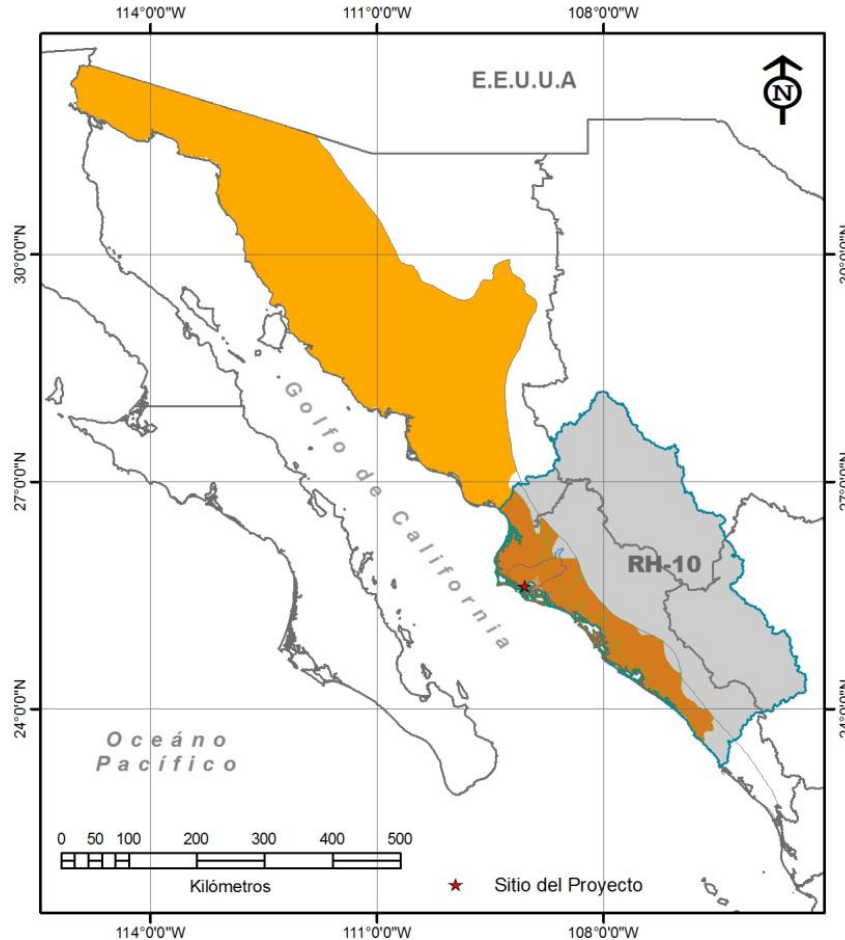


Figura IV.5. Macroregión delimitada por criterios ecológicos y biológicos.

A partir de ahí, agregando el criterio hidrológico, se ha considerado para la macroregión del proyecto únicamente aquella que se encuentra dentro de la Región Hidrológica 10 (Figura IV.6). Dicha región hidrológica, se sitúa al noroeste del país y abarca una superficie de 102,922 km². La hidrografía está caracterizada por corrientes que descienden de los flancos de la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico, siendo las principales el Río Fuerte, Río Elota, Río San Lorenzo, Río Culiacán, entre otros, aunque ninguno descarga al sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira.

La macroregión ya delimitada abarca la totalidad de la cuenca F de la región hidrológica 10 y que es donde se localiza el sitio del proyecto. A su vez, esta cuenca se subdivide en tres subcuencas, Bahía Lechuguilla, Bahía Navachiste y Bahía de Ohuira (Figura IV.6), siendo esta última la que representa la zona de interés para este estudio.

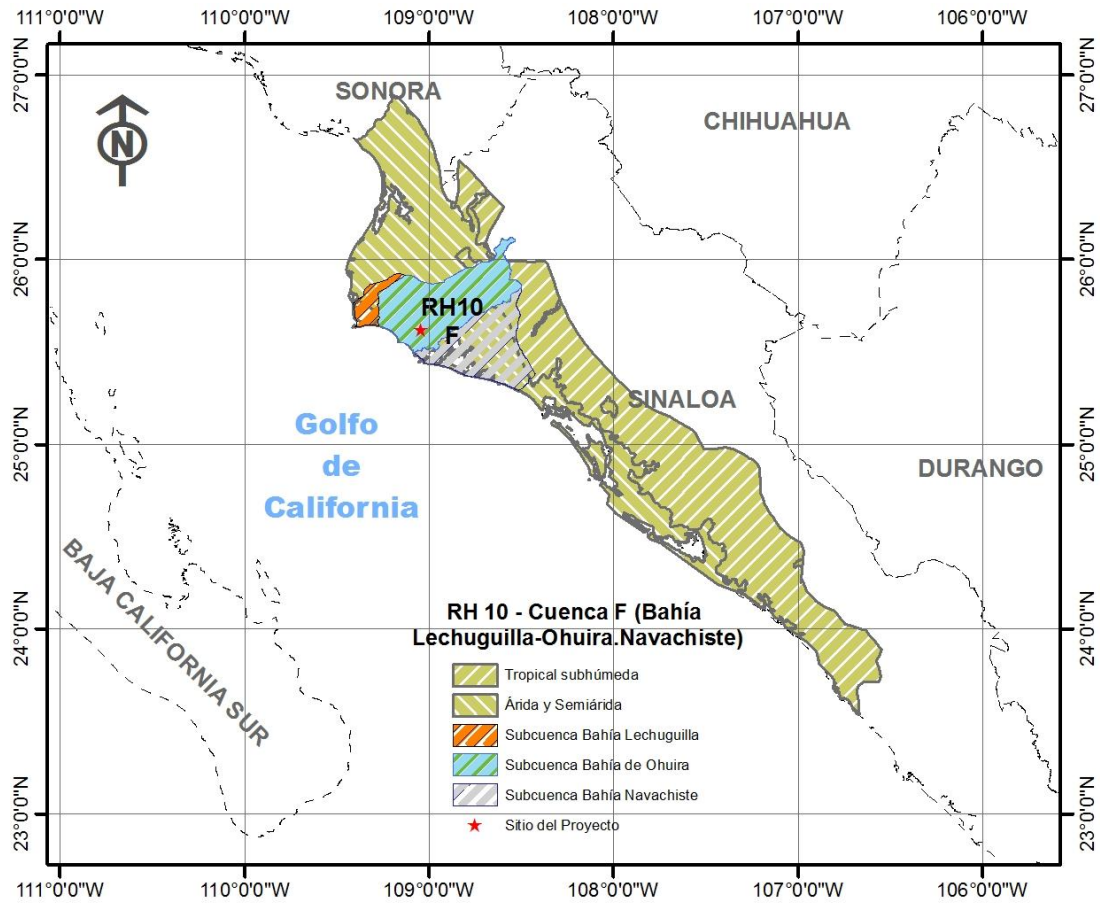


Figura IV.6. Límites de la macroregión, integrando criterios hidrológicos.

La parte alta de la subcuenca Ohuira se encuentra en la región árida y semiárida, mientras que en su parte alta se encuentra la zona de transición con la zona tropical subhúmeda.

IV.2.3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Para entender el territorio y la importancia relativa del sitio, es necesario establecer un marco de referencia que denominaremos como Sistema Ambiental Regional (SAR). Esto se debe a que en la actualidad el análisis de proyectos generalmente se realiza con visión regional. Es decir, que se consideran criterios globales que ayuden a interpretar los cambios de los sistemas ambientales en espacio y tiempo.

Al delimitar el SAR en donde se localiza la Bahía de Ohuira y el sitio del proyecto también se consideró que aquel se determina a partir de Unidades Ambientales que engloban uno o varios ecosistemas con sus respectivos elementos y procesos ecológicos, los cuales comparten una problemática y destino ambiental. Como ya se ha mencionado antes, para la delimitación del SAR se ha tomado en cuenta el concepto de cuenca descrito en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI que a la letra dice:

"XVI. Cuenca Hidrológica: Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas."

Hasta este momento se ha identificado la macroregión del proyecto y, dentro de esta, la subcuenca en la que se encuentra el proyecto. El siguiente paso consiste en establecer los límites del SAR de forma que este sea lo suficientemente extenso para abarcar la zona del proyecto y los elementos naturales y antrópicos con los que puede interactuar, pero lo suficientemente reducido para evitar que su importancia relativa se minimice. Así,

se analizó a detalle el territorio de la subcuenca y se plantearon los siguientes criterios de delimitación:

- **Límites administrativos:** Los límites administrativos, como son los límites municipales (Figura IV.7) raramente coinciden con los atributos naturales de una región. En este sentido, para fines de la delimitación del SAR, estos tienen una utilidad limitada. La subcuenca abarca porciones de los municipios de Ahome, El Fuerte, Guasave y Sinaloa.

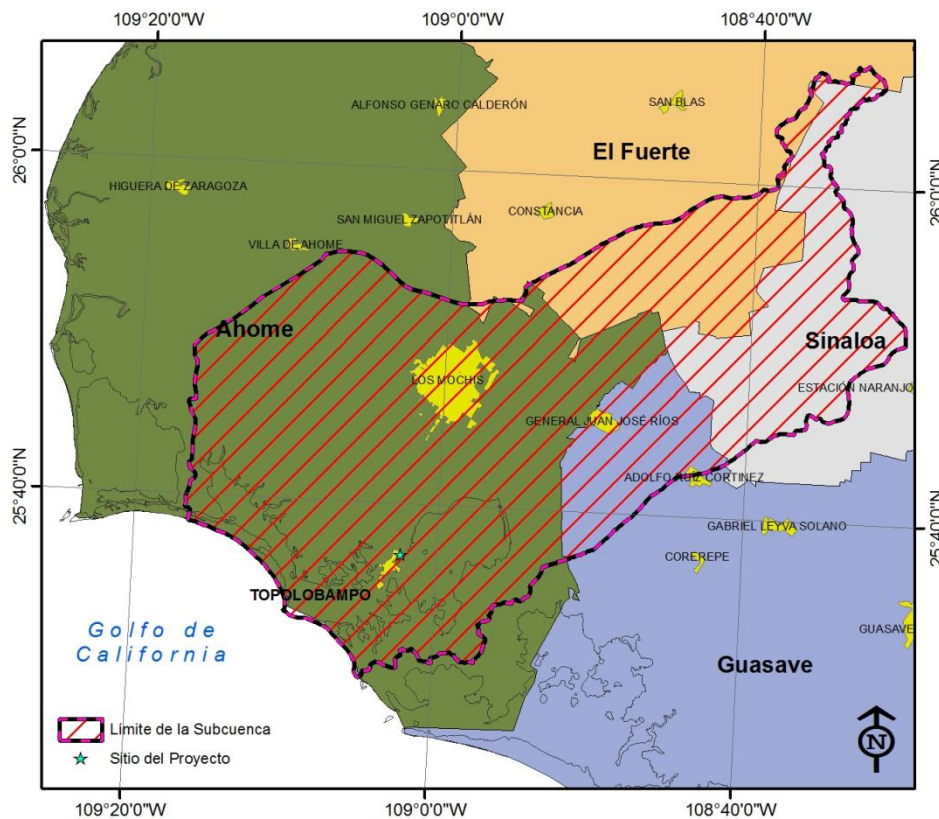


Figura IV.7. Límites de la subcuenca y división municipal.

- **Infraestructura y Centros de Población:** La presencia de la zona urbana de Topolobampo y Los Mochis, asentamientos rurales como Rosendo G. Castro, la zona portuaria y la infraestructura carretera se consideran como elementos importantes para el SAR, debido a su potencial relacionarse con el proceso de desarrollo regional en el que se integra el proyecto. Además de ser los asentamientos humanos más importantes de la región, todos estos se ubican en la subcuenca Laguna de Ohuirá, por lo que los límites de esta siguen siendo consistentes con el SAR.

- **Vegetación y uso de suelo:** Para tener un marco de referencia de la vegetación actual se tomó en cuenta la delimitación de los tipos de vegetación, así como el grado de disturbio de los mismos. La presencia de manglares está limitada a la zona litoral, aunque también hay grandes extensiones de terrenos sin vegetación aparente y áreas sujetas a inundación que son características de la subcuenca. Sin embargo, entre el litoral y la parte alta los terrenos han sido transformados para el uso agrícola prácticamente en su totalidad. Esta alteración representa una interrupción en la transición de la región árida y semiárida a la región tropical subhúmeda. Así, a pesar de sus aportes de agua, la parte alta de la subcuenca no sería representativa del SAR.
- **Áreas naturales en algún régimen de protección:** Las bahías de Topolobampo y Ohuira no se encuentra dentro de los límites de ninguna ANP federal o estatal, pero si dentro de los límites de un sitio Ramsar (ver el Capítulo III). Sin embargo, estos dejan fuera rasgos regionales importantes, por lo que no se consideran adecuados para delimitar el SAR.
- **Hidrológicos:** Como ya se señaló, la delimitación del SAR está estrechamente vinculada con la subcuenca Ohuira, pero ahora se consideran también a las 16 microcuencas que la conforman (Figura IV.8).

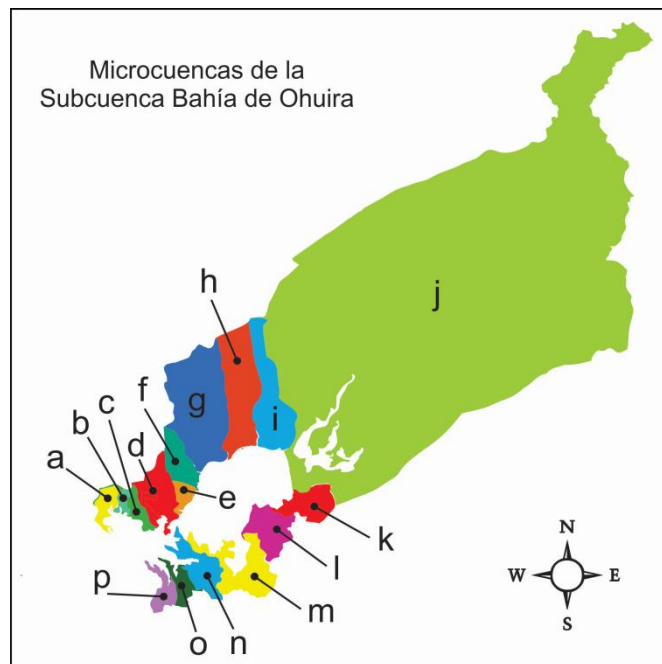


Figura IV.8. Microcuencas que influyen en la Bahía de Ohuira.

Tomando en cuenta los criterios ya mencionados, la ubicación geográfica del sitio y la información topográfica, hidrológica, geológica y vegetación, se delimitó el SAR considerando que la hidrología (Figura IV.9) es un factor determinante de las características ecológicas del lugar. Los límites de dicho SAR, que abarca un área de 129,400 ha, se presentan en la Figura IV.10 y son los siguientes:

- Hacia el sureste, el límite del SAR está formado por el límite de la subcuenca Bahía de Ohuira hasta llegar aproximadamente a la zona de transición con la región Tropical Subhúmeda. Ahí mismo se encuentra el límite con el municipio de Sinaloa, el cual queda excluido del SAR.

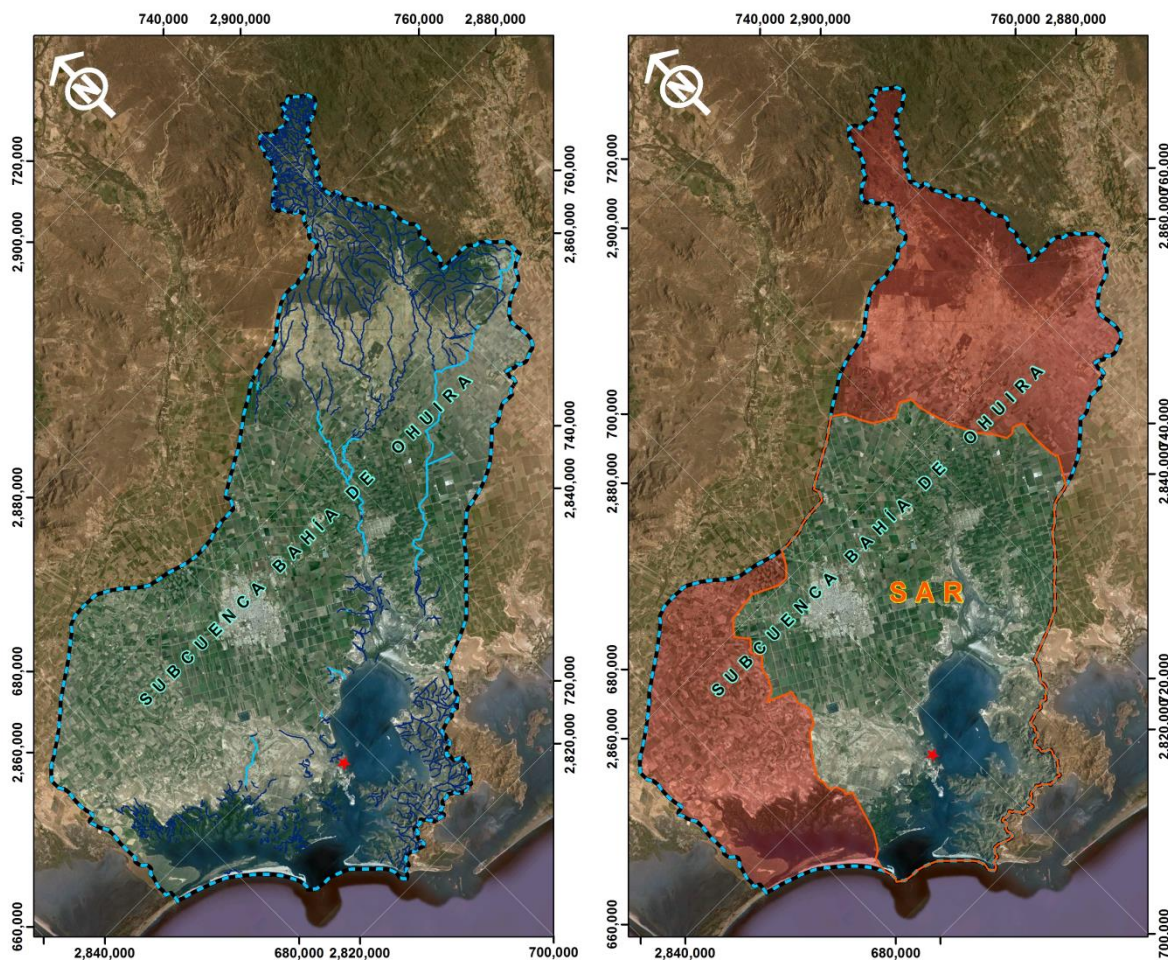


Figura IV.9. Delimitación del SAR a partir de la subcuenca Bahía de Ohuira.

Este límite deja fuera del sistema las escorrentías de la parte más alta de la subcuenca, pero no sus aportes, ya que abarca la porción inicial de dos canales construidos para conducirlos a las zonas agrícolas para ser aprovechadas.

- Al noroeste el límite del SAR está constituido en parte por los límites de 9 de las 16 microcuencas en que se subdivide la cuenca. Siete de estas microcuencas descargan sus aguas a la Bahía de Ohuira y dos a la Bahía de Topolobampo. Cabe destacar que el límite de la microcuenca j (Figura IV.8), es también el límite de la subcuenca. Esta división por microcuencas segrega las aguas de la Bahía Santa María, donde la problemática incluye la dsacarga de aguas negras de la ciudad de Los Mochis.
- Hacia el suroeste el límite es el litoral, incluyendo la boca que comunica al sistema lagunar con el Golfo de California.

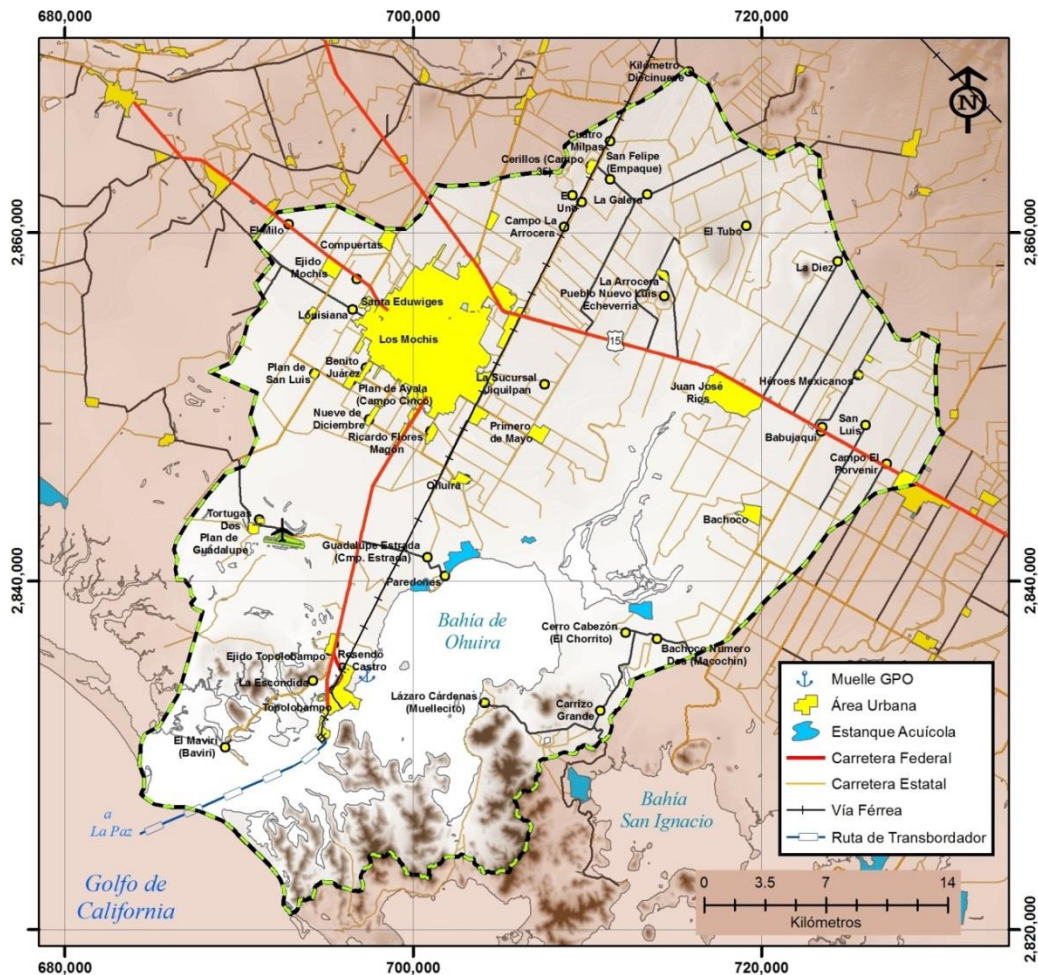


Figura IV.10. Límites del Sistema Ambiental Regional (SAR).

La Figura IV.11 y la Tabla IV.1 presentan la cobertura de los distintos usos de suelo y los principales tipos de vegetación en el SAR.

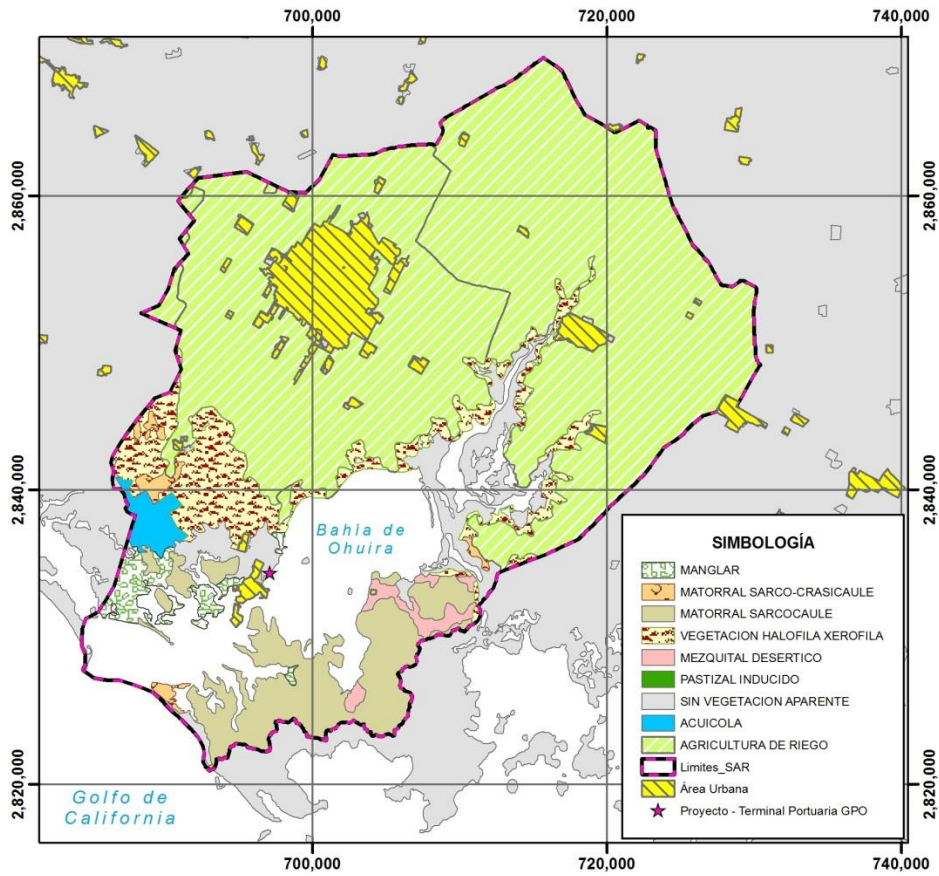


Figura IV.11. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV.1. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.

Clave	Tipo de Vegetación	Área (km ²)	Porcentaje
IAPF	Agrícola-Pecuaría-Forestal	752.98	58.19
MSC	Matorral Sarcocaulé	101.60	7.85
VHXe	Vegetación Halófila Xerófila	90.23	6.97
VM	Manglar	20.21	1.56
MKX	Mezquital Desértico	9.60	0.74
VSa/MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule con veg. secundaria	5.49	0.42
MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule	3.11	0.24
VSa/MSC	Matorral Sarcocaulé con veg. secundaria	2.65	0.20
VSa/MKX	Mezquital Desértico con veg. secundaria	1.72	0.13
PI	Pastizal Inducido	1.31	0.10
DV	Sin Vegetación Aparente	60.13	4.65
AH	No Aplicable	14.63	1.13
H ₂ O	Cuerpos de Agua	188.42	14.56
Loc-u	Localidad urbana	41.90	3.24
		1293.98	100

IV.2.4. Delimitación del Área de Influencia.

Una vez delimitado el SAR que se utilizará como referencia a nivel regional, se requiere de establecer los límites del Área de Influencia (AI), que se relaciona tanto con los espacios físicos que ocupará el proyecto, como con las zonas que pueden ser directamente afectadas. Asimismo, la definición del sitio de estudio sirve para hacer una distribución más efectiva de los trabajos de campo.

En la actualidad no existe una metodología estándar para establecer el AI, aunque generalmente esta incorpora dos conceptos: el área de impactos directos y el área de impactos indirectos.

- **Área de impactos directos:** generalmente se considera la huella física de elementos del proyecto tales como los derechos de vía, las obras de construcción, áreas de apoyo y las zonas afectadas durante la fase operativa (por ejemplo, por nuevos patrones de tráfico).
- **Zona de impactos indirectos:** es más difícil de definir con precisión, pero incluye áreas donde pueden ocurrir cambios inducidos o acumulativos, en combinación con actividades que no están bajo el control directo del proyecto.

En este caso las obras se realizarán principalmente dentro de la Bahía de Ohuira, con algunas obras sobre la plataforma construida para establecer la planta de amoniaco. El área donde se realizarán las actividades del proyecto en las etapas de construcción y operación, de acuerdo con la descripción que se presenta en el Capítulo II de este documento incluye el sitio donde se harán dragados y donde se construirá la pasarela y el muelle de carga con todo su equipamiento, en la laguna costera.

Esta área está compuesta por los espacios físicos en que el proyecto ejerce algún tipo de control. También se construirá la dársena de atraque y la dársena de maniobras. En la porción terrestre se construirán el amonioducto, el acceso a la pasarela y parte de la banda transportadora. En la etapa de operación el canal de navegación que inicia en la dársena de PEMEX será utilizado por los buques. Todos estos elementos se consideraron para definir el área de influencia directa (AID) que se presenta en la Figura IV.12

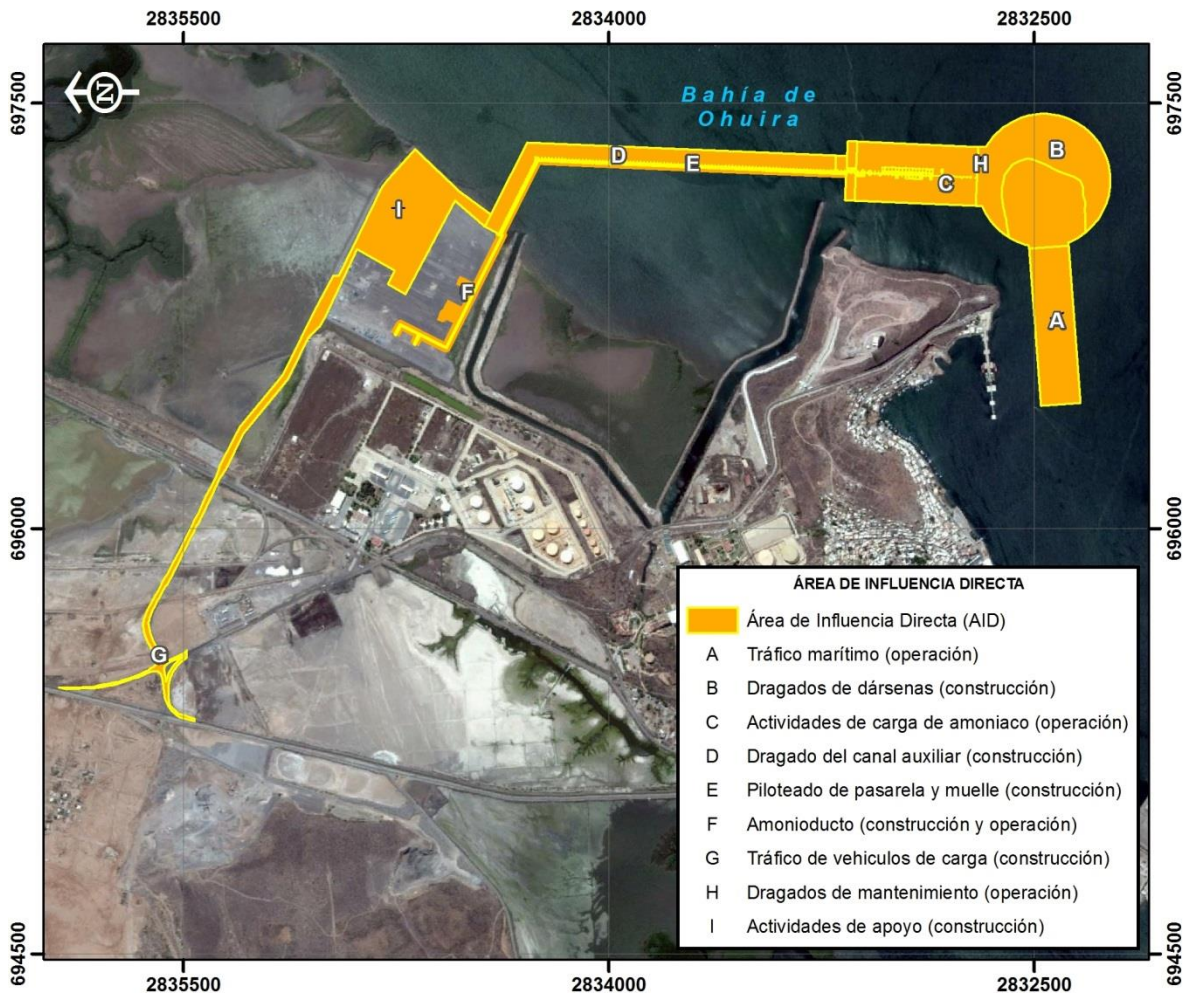


Figura IV.12. Área de influencia directa del proyecto.

El AID incluye el área de tráfico marítimo (A), las áreas en las que se realizarán dragados para las dársenas (B), el área para las actividades de carga de amoniaco (C), el área de dragado del canal auxiliar (D), el área donde se realizara el piloteado de la pasarela y el muelle (E), el amonioducto (F), la carretera por donde se realizará el tráfico de vehículos de carga hasta su conexión con la carretera estatal Los Mochis – Topolobampo (G), los dragados de mantenimiento que se realizarán durante la operación del proyecto (H) y las actividades de apoyo durante la etapa de construcción (I).

Los efectos generales del proyecto empleados para la delimitación tanto del AID como del All se encuentran en la Tabla II.24 del Capítulo II.

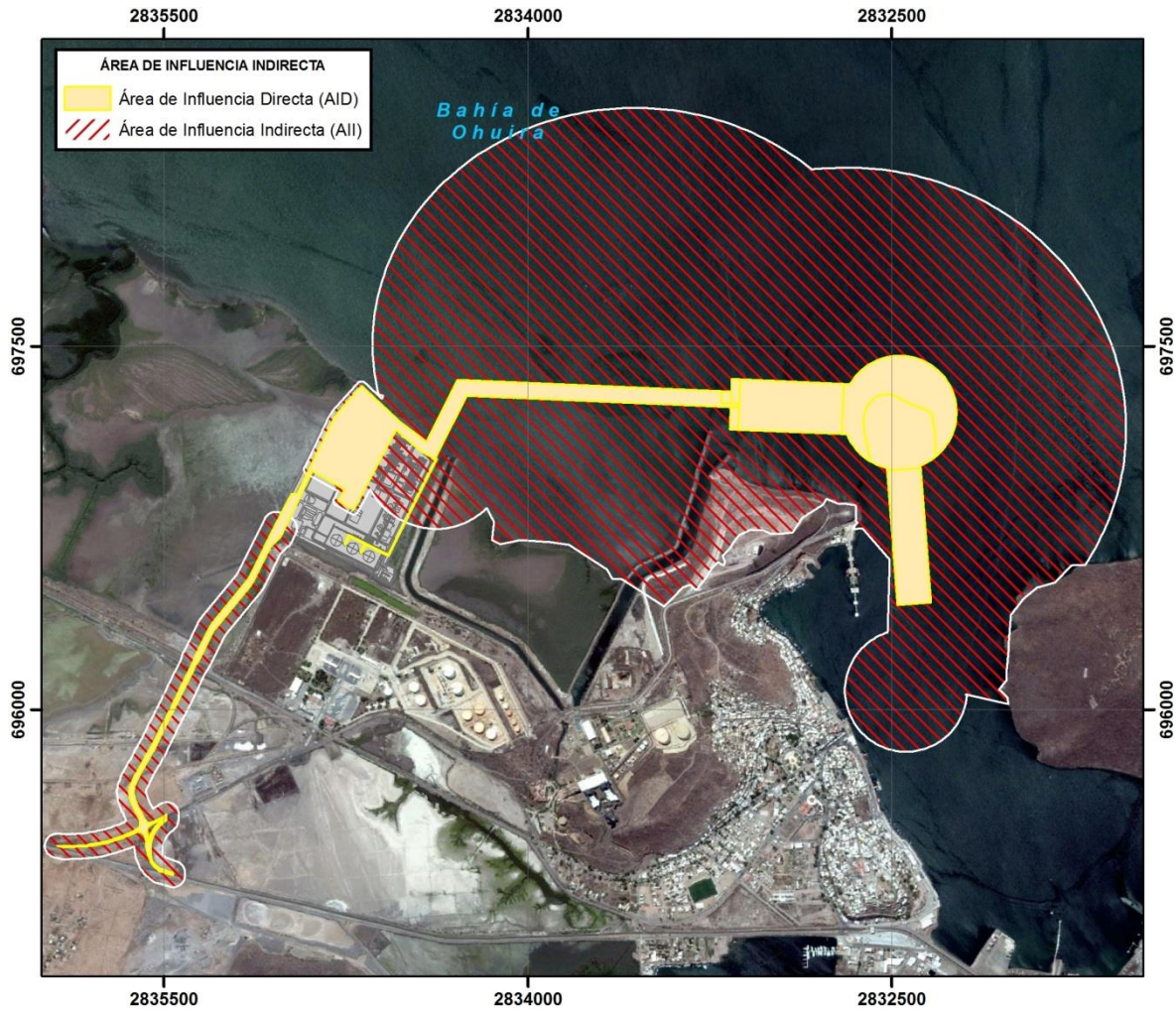


Figura IV.13. Área de influencia indirecta del proyecto sobre el medio ambiente.

Considerando que el área de influencia indirecta es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos del proyecto sobre los componentes ambientales ya sean naturales, sociales o económicos, derivados no de las actividades directas del proyecto sino de las actividades subsecuentes del mismo, de los cambios de accesibilidad, costos de transporte, efectos físicos y otros, se establecieron las principales relaciones de las actividades subsecuentes del proyecto y las características del sistema como se menciona a continuación.

Aguas. Considerando que no habrá descargas por la construcción ni por actividades subsecuentes que comprometan la calidad del agua, esta característica no se considera relevante en la delimitación del área de influencia indirecta, sin embargo, se considera la

porción de agua que corresponde a la dársena de Pemex, pues se considera la interacción con ella, por la navegación, durante las etapas del proyecto.

Sólidos suspendidos. Para evitar que los sólidos suspendidos producto del dragado y del pilotaje se dispersen se utilizarán barreras antiturbidez, por lo que se considera las áreas alrededor de estas barreras en la delimitación del área de influencia indirecta.

Ruido. Debido a las actividades del dragado de construcción y de mantenimiento, así como por el hincado de pilotes que se realizará durante la etapa de construcción, se provocará la emisión de ruido que pudiera provocar impactos asociados, por lo menos a una distancia de 600 m, por lo que inicialmente se consideró un buffer de esta distancia en la delimitación del área de influencia.

Actividades de apoyo. Estas actividades se realizarán en un patio de colados. Este patio se encuentra al interior de un área confinada y las actividades de apoyo como colados, maniobras, carga y descarga de materiales de construcción se realizará exclusivamente en su interior, por lo que el área de influencia indirecta considera en su interior ésta área.

Emisiones a la atmosfera. Debido a que las emisiones a la atmosfera serán muy poco significativas y a que existirá tránsito de vehículos de carga por el acceso carretero, se considera un buffer de 3 m alrededor de los accesos pues se prevén impactos asociados a la dispersión de partículas.

Paisaje. Se considera la unidad paisajística del cerro de Topolobampo donde se ubica la Termoeléctrica y los tanques de PEMEX. Teniendo en cuenta que el mismo cerro es una frontera física que limita la visión del proyecto, en el área de influencia indirecta solo se considera la ladera de exposición noroeste.

Entorno socioeconómico. El proyecto influirá sobre aspectos económicos por la creación de empleo y la adquisición de bienes y servicios, principalmente en Los Mochis y Topolobampo. Asimismo, las vías de comunicación entre estos centros de población y el sitio del proyecto tendrán un incremento de tráfico vehicular. Esto da lugar a un área de influencia ampliada con los factores socioeconómicos (Figura IV.14).

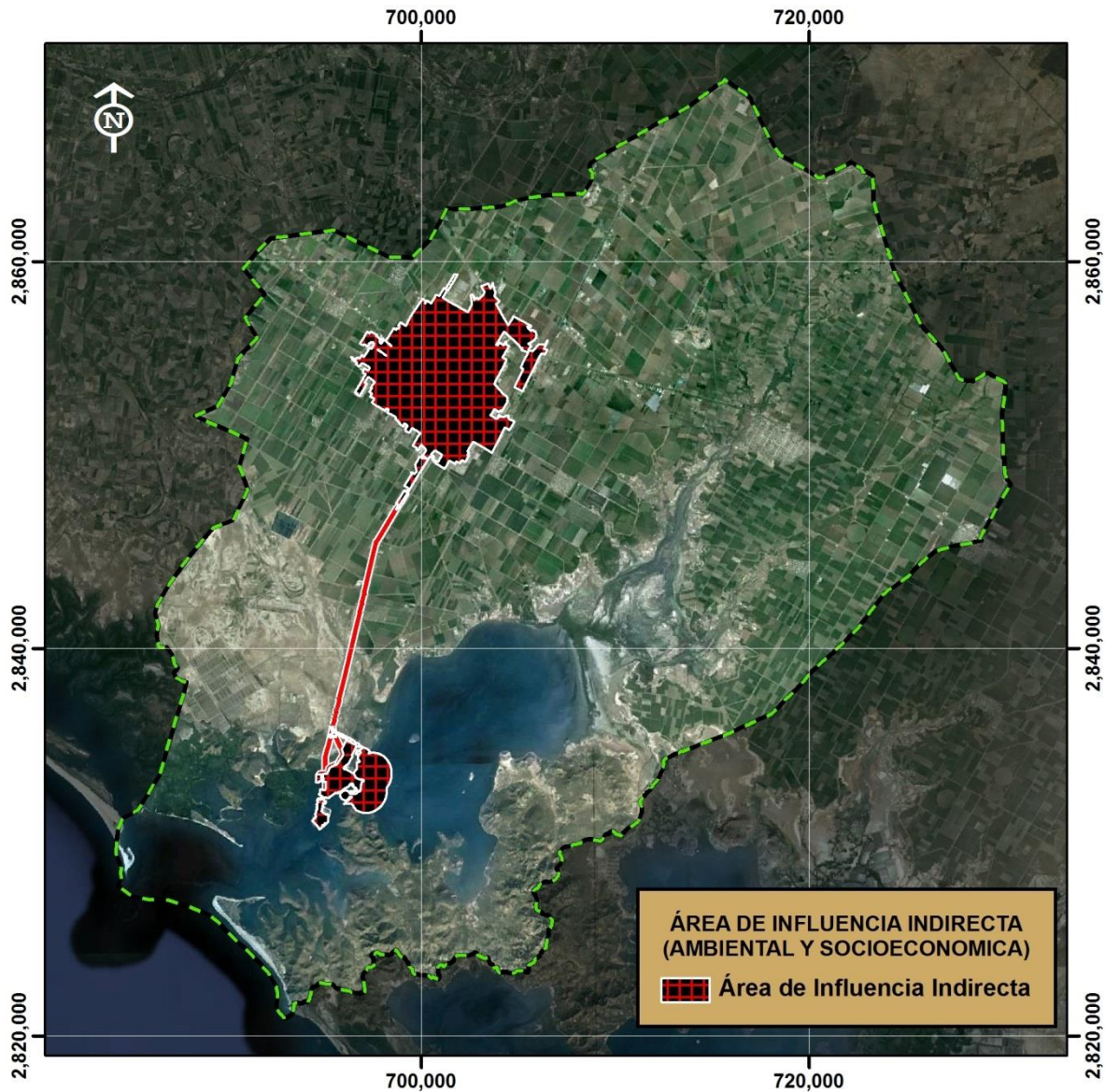


Figura IV.14. Área de influencia indirecta del proyecto en elementos ambientales y socioeconómicos.

IV.2.5. Elaboración de la Cartografía Específica.

Una vez delimitados el SAR y el sitio de estudio, el trabajo cartográfico y de campo se enfocó a obtener una aproximación general del Sistema Ambiental Regional con una aproximación detallada a las áreas de interés y sus alrededores, buscando en todo momento la coherencia y coincidencia de contexto entre ambos trabajos.

- a. **Interpretación.** La interpretación se realizó con fotografías aéreas a color de gran escala tomadas en el año 2013, así como imágenes satelitales dicho material en formato digital. El análisis se basó en las características o elementos de fotointerpretación como son: tono o color, textura, forma, sombra, patrones, asociación espacial. Las imágenes fueron procesadas directamente en un Sistema de Información Geográfica y en ellas se delimitaron y clasificaron las unidades según los tipos de cobertura vegetal que se observó en la imagen.

- b. **Verificación de campo.** La siguiente etapa consistió en verificar la delimitación y clasificación de las unidades fotointerpretadas en el terreno, para lo cual se efectuaron recorridos en el terreno aprovechando las carreteras y caminos existentes en la región donde se ubica el sitio bajo estudio. Esta etapa fue realizada por el especialista en fotointerpretación, un especialista en botánica y otras personas que apoyaron la actividad. La visita a campo también tuvo la finalidad de recabar información sobre la estructura de la vegetación y de sus principales componentes florísticos. Dado que el proyecto no afecta la vegetación terrestre sólo se empleó la información como referencia del SAR.

- c. **Reinterpretación e identificación de material botánico.** Con las observaciones y la información recabada en campo se detalló y modificó la delimitación y clasificación de la fotointerpretación, esto se realizó también en equipos de cómputo con el SIG.

IV.2.6. Descripción de las Características del SAR y el Sitio de Estudio.

Con base en la cartografía generada se hizo una descripción de las características ambientales del SAR y el área de estudio. Esto requirió el uso tanto de estudios generales como específicos de la región. En este caso existe información documental que se refiere al contexto regional y hay estudios particulares de la zona que sirvieron como complemento a la descripción que se realizó a partir de los trabajos de campo.

- a. **Recopilación de referencias bibliográficas.** A partir de los datos geográficos del SAR, tablas y gráficos de superficie fue posible conocer cuáles eran las categorías

temáticas y los valores de las variables cuantitativas y se procedió a reunir el material bibliográfico relacionado a cada tema.

b. **Elaboración de la caracterización del SAR.** La descripción de la caracterización se inició con los datos geográficos del SAR, tablas, gráficos de superficie y material bibliográfico. Se elaboró una descripción textual del SAR en los temas siguientes:

- Clima.
- Fisiografía.
- Geología.
- Suelos.
- Hidrología Superficial.
- Hidrología Subterránea.
- Características Oceanográficas del SAR.
- Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.
- Vegetación.
- Fauna.

c. **Caracterización del Sitio de Estudio.** La descripción de las características ambientales del sitio de estudio se inició con la determinación y cuantificación de los datos geográficos del SAR representados, generando nuevas tablas y gráficos de superficie. Los elementos de flora y fauna registrados en los trabajos de campo se georreferenciaron, a fin de poder representarlos en una carta temática específica.

IV.3.Clima y Calidad del Aire.

IV.3.1. Tipo de clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García, el clima en la porción costera del SAR donde se localiza el proyecto es de tipo BW(h')w, el cual corresponde a un clima muy seco o desértico. Es muy cálido con una temperatura media anual mayor de 22°C y con temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Las lluvias de verano son de entre 5 y 10.2 mm (Figura IV.15).

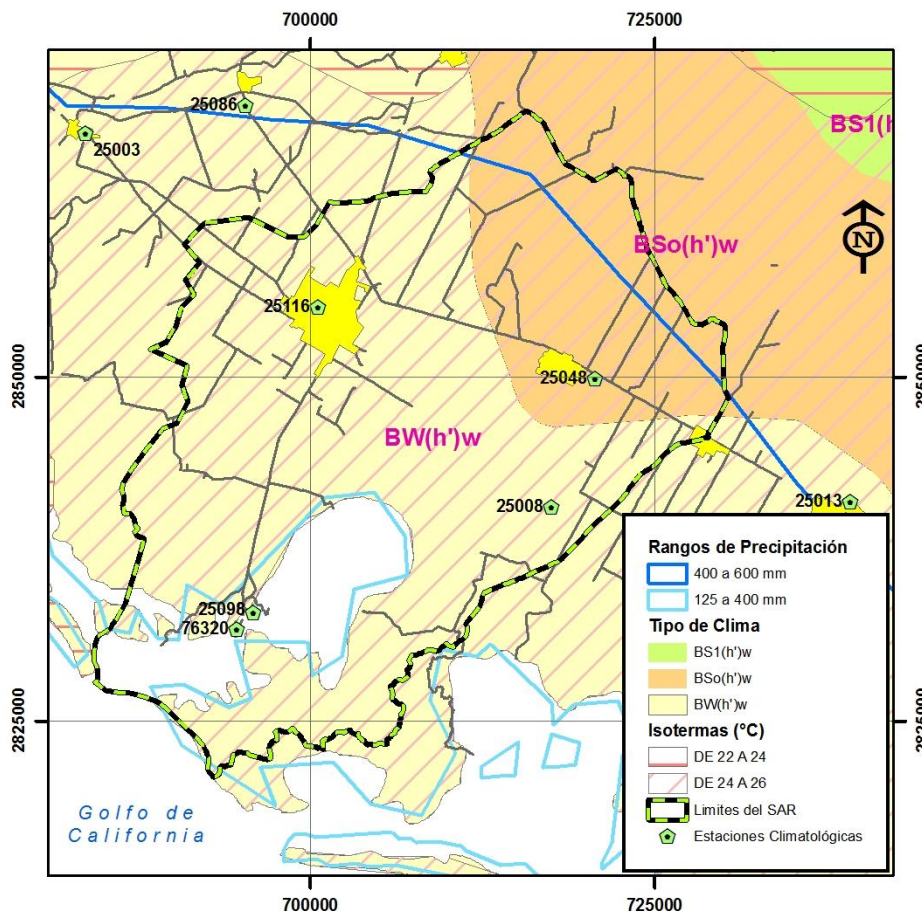


Figura IV.15. Distribución de climas en la región y el SAR.

De acuerdo con las Normales Climatológicas de 1971 a 2000 en la estación meteorológica 25098 ubicada en Topolobampo, la temperatura media anual es de 25.4 °C, con una máxima y una mínima anual de 30.4 y 20.5 °C respectivamente. Los meses más calurosos son julio, agosto y septiembre, con una temperatura máxima mensual es de 39.5 °C para el mes de julio. La temperatura extrema mínima mensual es de 11.3 °C

en el mes enero, que junto con febrero son los meses más fríos. La precipitación es escasa, con un promedio anual de 330.7 mm, y un patrón de lluvias que abarca parte del verano y principio del otoño.

IV.3.2. Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.

De acuerdo con datos de la estación meteorológica Topolobampo 25-098, a una altura de 3 m SNMM, en la zona de Topolobampo la temperatura media anual en el periodo 1971 a 2000 fue de 25.4 °C. En dicha estación, la temperatura media mensual mínima correspondió al mes de enero, siendo de 14.1 °C. La media mensual máxima fue de 35.2 °C y se registró para el mes de julio (Tabla IV.2 y Figura IV.16). Los datos de Los Mochis se presentan en la Tabla IV.3.

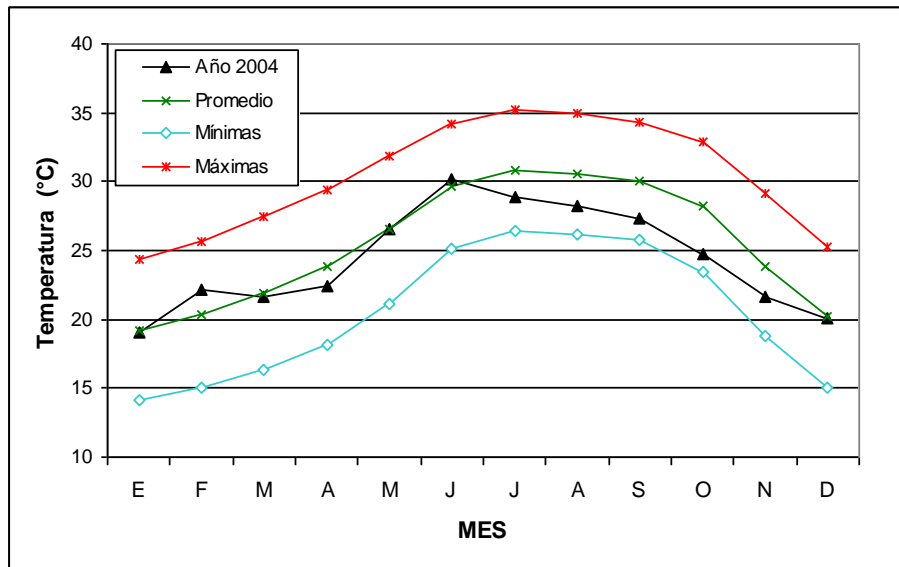


Figura IV.16. Temperatura media anual en Topolobampo, en el periodo 1971 a 2000.

Tabla IV.2. Temperatura media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Mensual	1971 - 2000	19.2	20.3	21.9	23.8	26.5	29.6	30.8	30.6	30.1	28.2	23.9	20.2
Máxima Mensual	1971 - 2000	24.4	25.7	27.4	29.4	31.8	34.2	35.2	34.9	34.3	32.9	29.1	25.2
Mínima Mensual	1971 - 2000	14.1	15.0	16.3	18.2	21.1	25.1	26.4	26.2	25.8	23.4	18.8	15.1
Topolobampo *	2004	19.1	22.2	21.7	22.4	26.5	30.2	28.9	28.2	27.3	24.7	21.7	20.1

Fuente: SMA, 2013.

Tabla IV.3. Temperatura media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Mensual	1971 - 2000	19.9	21.0	22.8	24.1	26.2	28.2	29.9	29.7	29.5	27.7	23.4	20.1
Máxima Mensual	1971 - 2000	27.0	28.4	30.6	32.3	34.1	35.1	36.0	35.7	35.4	34.5	30.3	26.9
Mínima Mensual	1971 - 2000	12.8	13.5	15.1	15.9	18.2	21.3	23.9	23.8	23.6	20.9	16.5	13.4
Los Mochis	2007	17.6	20.4	23.0	24.5	27.5	31.1	32.0	32.1	30.9	29.4	24.6	17.8

Fuente: SMA, 2013

IV.3.3. Precipitación.

La precipitación media anual en la Bahía de Topolobampo, según los registros de la estación 25-098 (Topolobampo), es de 330.7 mm, con la mayor parte de la lluvia durante el verano e inicios de otoño (Figura IV.17). En esa época frecuentemente se presentan tormentas tropicales o pequeños chubascos provenientes del sur. La precipitación invernal es inferior al 5% del total. La evaporación es de aproximadamente 1,807 mm anuales. De acuerdo con esto, en la región se presenta un déficit hídrico.

Tabla IV.4. Precipitación media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Anual	1971 - 2000	16.0	4.0	1.7	0.0	1.0	1.4	55.7	96.8	74.9	31.1	22.9	25.2
Máxima Mensual	1971 - 2000	83.0	29.0	31.0	0.0	16.0	31.0	242.0	466.0	210.0	92.0	156.0	124.0
Máxima Diaria	1971 - 2000	45.0	19.0	28.0	0.0	16.0	31.0	220.0	165.0	210.0	92.0	129.0	70.0
Topolobampo	2004	3.1	0.3	32.0	0.0	0.0	0.0	16.9	169.0	59.1	34.4	0.0	0.0

Fuente: SMA, 2013

Tabla IV.5. Precipitación media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Anual	1971 - 2000	13.1	18.6	8.4	1.3	5.9	10.4	43.2	90.0	90.4	33.7	39.3	36.6
Máxima Mensual	1971 - 2000	46.9	190.0	55.0	18.3	100.2	115.6	149.8	346.6	209.4	235.7	152.0	190.0
Máxima Diaria	1971 - 2000	39.0	133.4	43.8	10.3	37.8	61.0	69.0	179.4	160.0	211.0	113.0	133.4
Los Mochis	2007	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	98.7	183.2	0.0	12.5	39.4

Fuente: SMA, 2013
 * Estación

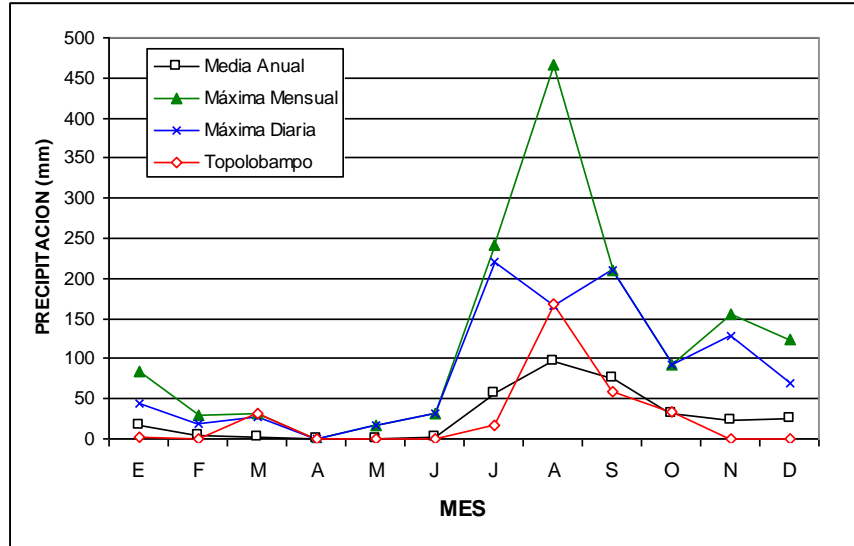


Figura IV.17. Precipitación media anual en Topolobampo (periodo de 1971 a 2000).

IV.3.4. Diagrama Umbrotérmico.

La Figura IV.18 presenta el diagrama umbrotérmico construido a partir de los datos de las estaciones 25-098 (Topolobampo). Este tipo de diagramas se basa en el método de Bagnouls, de acuerdo con el cual se califica a un mes como húmedo cuando la precipitación recibida, expresada en mm, es superior al doble de la temperatura expresada en grados centígrados.

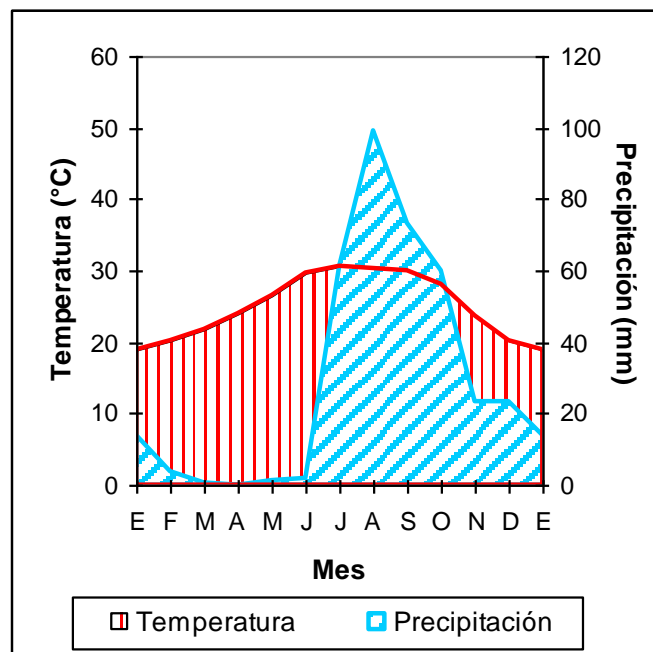


Figura IV.18. Diagrama umbrotérmico (1971-2002) para la zona de estudio.

Aun cuando se trata de un método empírico y convencional, su fácil representación gráfica permite apreciaciones comparativas inmediatas. En el diagrama, el área sombreada por encima de la curva de la temperatura promedio mensual representa los meses con un superávit hídrico. Por otra parte, la parte sombreada por abajo de dicha curva representa la situación contraria.

IV.3.5. Régimen de Vientos.

La estación meteorológica en el Aeropuerto de Los Mochis es también la fuente de los datos de velocidad del viento y dirección del viento de noviembre 2009 a junio del 2013.

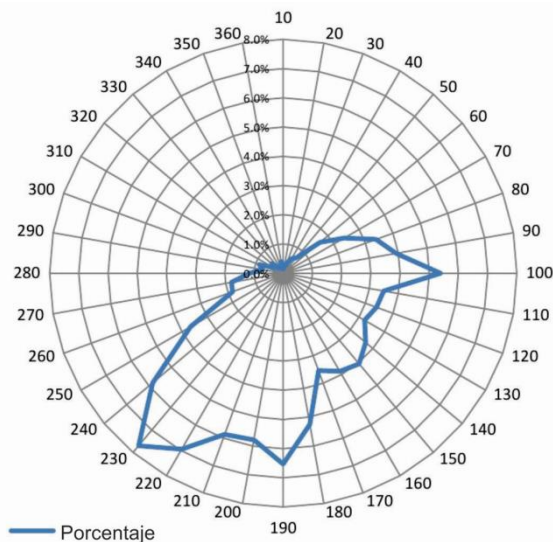


Figura IV.19. Porcentaje de dirección del viento (verano).

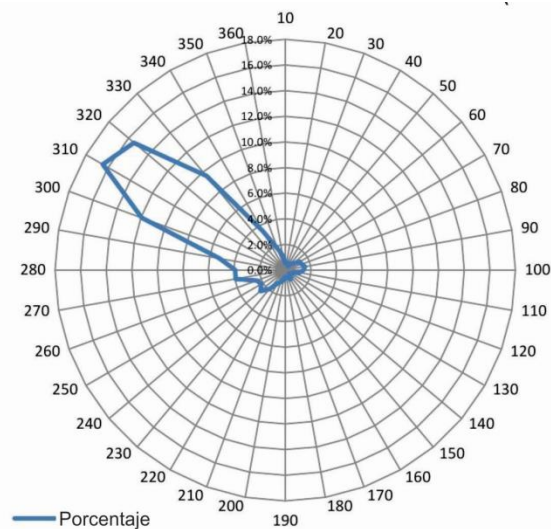


Figura IV.20. Porcentaje de dirección del viento (invierno).

- **Velocidad del viento.** El promedio anual de la velocidad del viento es de 4.41 metros por segundo y la velocidad máxima es de 18 metros por segundo.
- **Dirección del viento.** Durante los meses del verano, el viento viene predominantemente de la dirección suroeste con un pico de 7.7% a los 230 grados y con 47.58% desde la dirección suroeste (180 a 250 grados). Las otras direcciones principales son:

- Cuadrante norte (320 a 40 grados) 2.98%
- Cuadrante este (50 a 130 grados) 27.56%
- Cuadrante su (140 a 220 grados) 45.52%
- Cuadrante oeste (230 a 310 grados) 23.94%

Durante los meses de invierno, la dirección principal del viento es 63% desde el cuadrante noroeste (300 a 330 grados). Comparando con la graduación del cuadrante como se hizo con los meses de verano se tiene la siguiente distribución:

- Cuadrante norte 33.55%
- Cuadrante este 9.39%
- Cuadrante sur 6.57%
- Cuadrante oeste 50.49%

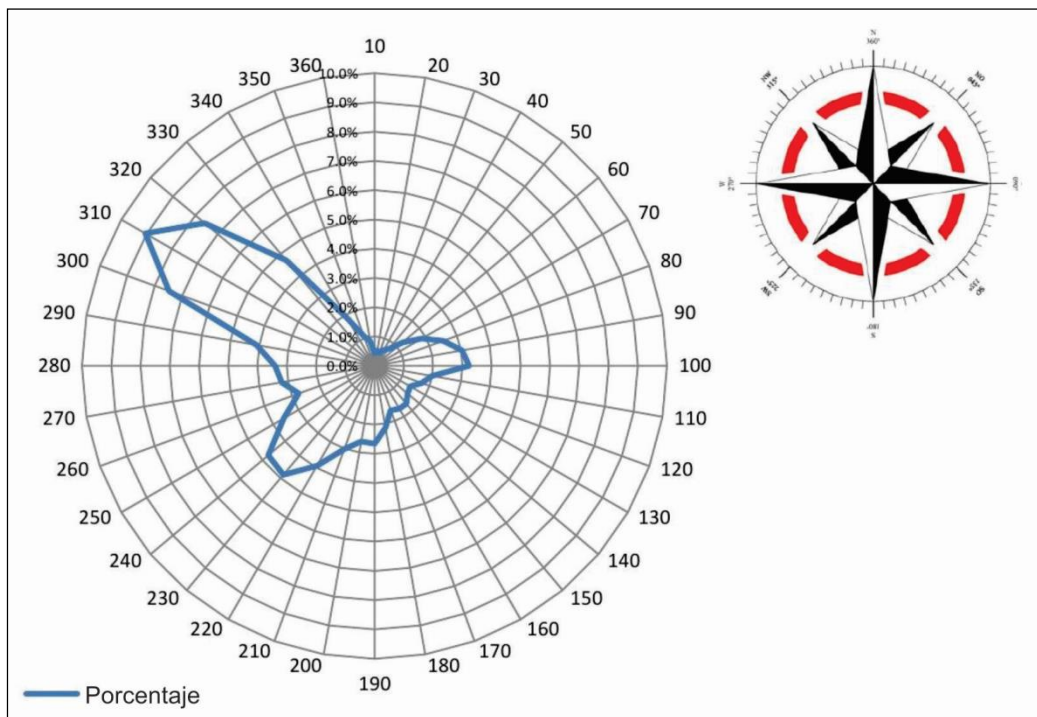


Figura IV.21. Porcentaje de dirección del viento en todas las estaciones.

Las direcciones del viento para el año completo en el periodo de noviembre del 2009 a junio del 2013 se presentan en la Figura IV.21. Con un pico de 9%, el viento proviene de la dirección noroeste (310 grados) y con 39.3% desde el rango del noroeste (280 a 350 grados). La distribución porcentual de los cuadrantes enlistados anteriormente es:

- Cuadrante norte 18.22%
- Cuadrante este 17.75%
- Cuadrante sur 20.83%
- Cuadrante oeste 43.20%

Debido al clima, el fenómeno de brisas es importante, ya que el calentamiento de la capa de aire que está en contacto con la tierra disminuye su densidad y asciende por convección, ocasionando la sustitución de esta capa por aire más fresco y más húmedo proveniente de la capa que se encuentra en contacto con el mar.

IV.3.6. Calidad del Aire.

Ni el municipio de Ahome en general ni Topolobampo en particular están consideradas como Zonas Críticas (ZC) por la calidad del aire.

De acuerdo con las distintas normas oficiales en materia de contaminación a la atmósfera las zonas consideradas como críticas son las zonas metropolitanas de Monterrey y Guadalajara; los centros de población de Coatzacoalcos-Minatitlán (municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Ixhuatlán del sureste, Cosoleacaque y Nanchital), en el Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca (municipios de Celaya, Irapuato, Salamanca y Villagrán), en el Estado de Guanajuato; Tula-Vito-Asasco (municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxoapan y Apaxco) en los Estados de Hidalgo y de México; corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira (municipios de Tampico, Altamira y Cd. Madero), en el Estado de Tamaulipas; el municipio de Tijuana, en el Estado de Baja California y el municipio de Cd. Juárez en el Estado de Chihuahua.

En general, por hallarse en una llanura costera las condiciones en el sitio del proyecto favorecen la rápida dispersión de contaminantes. Sin embargo, en la zona urbana de Topolobampo se pueden presentar problemas relacionados más con la localización de las fuentes de emisión de contaminantes que con el volumen de los mismos. Por ejemplo, en agosto de 2007, mientras se encontraba en el muelle de PEMEX, un desperfecto en una junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del buque tanque José Colomo provocó una fuga de gas amoníaco que causó alarma entre la población.



Figura IV.22. Dispersión de contaminantes, junio de 2013.

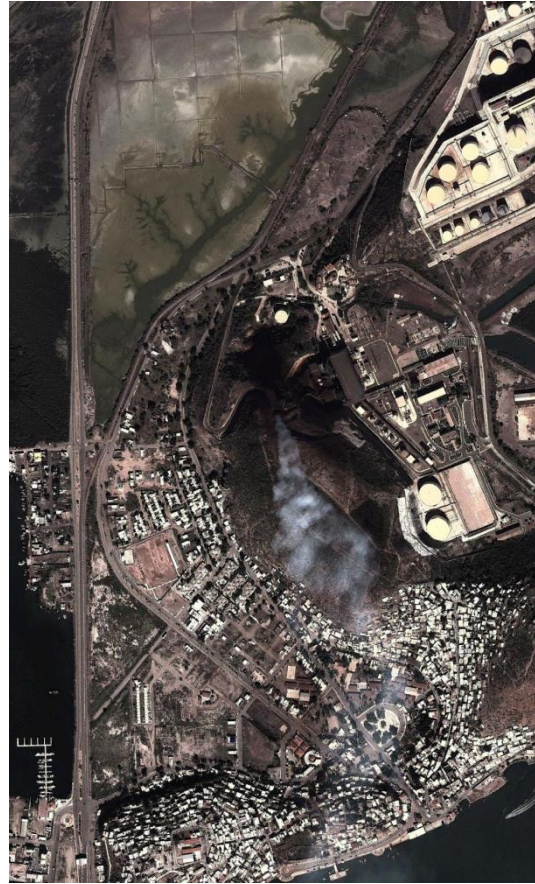


Figura IV.23. Dispersión de contaminantes, noviembre 2011.

Cuando el personal de PEMEX se percató de la fuga, suspendió la maniobra de descarga e implementó el plan de emergencia. Los integrantes de los cuerpos de protección civil acordonaron el área y evacuaron a los trabajadores que se encontraban laborando en el lugar, con el fin de evitar los riesgos por exposición.

En este caso, al estar el muelle de PEMEX ubicado al sur de Topolobampo, los vientos provenientes del suroeste, probablemente combinados con la humedad del ambiente (agosto es el mes más húmedo en la región), habrían impedido la rápida dispersión del amoníaco permitiendo que una concentración perceptible llegará hasta la zona urbana.

En el caso del sitio propuesto para el muelle de carga, su ubicación haría que en las condiciones de viento dominantes, en cada periodo del año una fuga sería dirigida al mar o zonas despobladas, sin afectar las zonas habitacionales en localidades urbanas o rurales.

IV.4. Entorno Acústico.

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición señala que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB (A) de las veintidós a las seis horas.

De acuerdo con un estudio de ruido perimetral de las instalaciones de GPO (en la etapa inicial de la construcción de la planta de amoniaco) en horario nocturno y diurno, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 que establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición, obteniendo el promedio de ruido de fuente (42.9669 dB) cumple con el máximo permisible.

A continuación se presentan los resultados de medición de ruido realizado en un periodo de 24 horas, en 8 puntos de muestreo, que comprenden el área industrial y zona habitacional (Tabla IV.6). De acuerdo con esto, los valores máximos registrados para el ruido de fondo en la zona alcanzan 56.8 dB en la zona industrial y 52.9 dB en la zona residencial.

Tabla IV.6. Resultados de la medición de ruido en zonas circundantes.

PUNTO	UBICACIÓN		RUIDO DE FUENTE (dB)			RUIDO DE FONDO (dB)		
			PROMEDIO DE 24 HRS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	PROMEDIO DE 24 HRS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
1	INDUSTRIAL	Quemador de PEMEX	44.7	48.9	40.9	43.4	49.6	36.0
2		Tanques de PEMEX	46.8	52.0	41.5	51.0	56.8	41.6
3		Puente de CFE	47.6	52.2	42.7	51.2	55.2	43.9
4		Entrada de CFE	47.0	51.7	41.7	50.6	54.0	42.5
5	HABITACIONAL	Rosendo G. Castro (este)	46.8	56.1	37.3	45.8	52.3	34.3
6		Rosendo G. Castro (sur)	46.8	54.4	37.9	45.8	52.9	36.4
7		Puerto de Topolobampo (cerro)	48.8	53.6	43.4	46.5	49.4	43.2
8		Puerto de Topolobampo (mirador)	47.9	52.3	41.7	46.0	50.8	39.6

IV.5. Fisiografía.

IV.5.1. Provincia y subprovincias fisiográficas.

La zona de estudio se encuentra en la Provincia Fisiográfica VII, Llanura Costera del Pacífico, en la subprovincia Llanuras Costeras y Deltas de Sonora y Sinaloa (Figura IV.24). Las topoformas dominantes en el SAR y en los alrededores de la bahía de Ohuira son las Llanuras con Ciénega y las Llanuras Deltaicas.

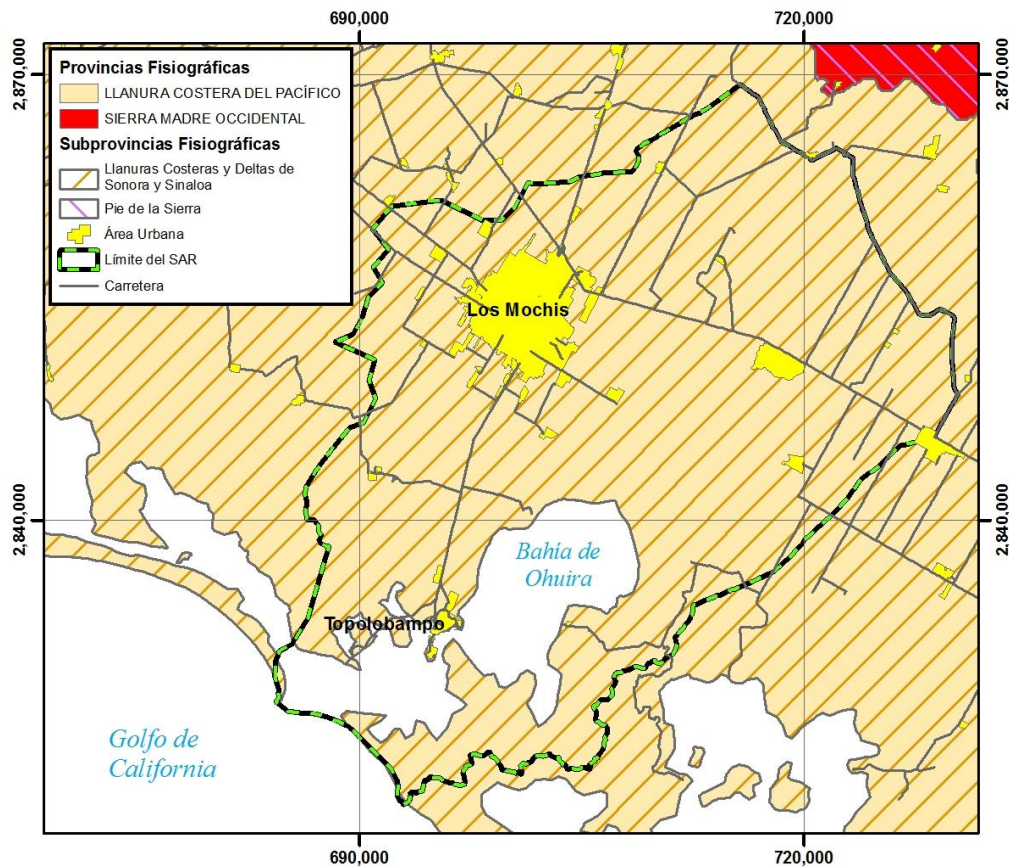


Figura IV.24. Provincia y subprovincia fisiográfica donde se localiza el SAR.

La importancia de la información fisiográfica reside en proporcionar un panorama completo de las características paisajísticas de un área, lo cual facilita la comprensión del relieve indicando implícitamente los aspectos climáticos, edafológicos y de la vegetación. La fisiografía ofrece una visión general del gran mosaico de formas del relieve que caracterizan el terreno, a través de conjuntos paisajísticos relativamente homogéneos, identificados y definidos a partir del análisis integral de información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica. La división fisiográfica muestra unidades y subunidades de

información que abarcan extensiones considerables de terreno. La clasificación comprende la provincia, que es una gran área con características similares; la subprovincia, primera subdivisión en donde las condiciones paisajísticas son más recurrentes; los sistemas de topoformas que agrupan elementos y las topoformas, que constituyen el producto de la interacción de los agentes formadores del relieve. El territorio mexicano es clasificado en 15 Provincia fisiográficas por el INEGI (1993).

IV.5.2. Características del relieve.

La configuración orográfica influye en forma directa en la determinación del clima, el tipo de suelos, la vegetación, en la distribución de especies zoológicas y en los asentamientos humanos. El Municipio de Ahome se encuentra en la Llanura Costera del Pacífico de la región noroeste del Estado de Sinaloa, por lo que su topografía es eminentemente plana, su configuración corresponde básicamente con los valles agrícolas del Fuerte y El Carrizo.

La excepción son dos pequeñas serranías secundarias de origen volcánico, al noreste la Sierra San Pablo o Balacachi que no sobrepasa los 300 metros de altura sobre el nivel medio del mar y al sureste la Sierra Navachiste entre las bahías de Ohuira y Navachiste - San Ignacio, aún de menor altura. Esta última sierra se encuentra en el extremo sur del SAR. Además hay cerros como el Cocodrilo, Baturi, Terome, Batequis, Tesagua, Memoria, Barobampo y Oteme que no tienen mayor importancia.

El proyecto no se desarrollará ni afectará ninguna de las áreas elevadas alrededor de la Bahía de Ohuira.

IV.5.3. Sistemas de topoformas.

En el área considerada como el SAR, se encuentra el sistema de topoforma de llanuras, es decir un conjunto de áreas bajas y llanas abarcando un 78.86% del área del SAR (Figura IV.25). También existe un 7.99% del área de sierras bajas, es salinas, dunas, barras y playas). En particular, la laguna está rodeada en su mayoría por una llanura costera con ciénega salina.

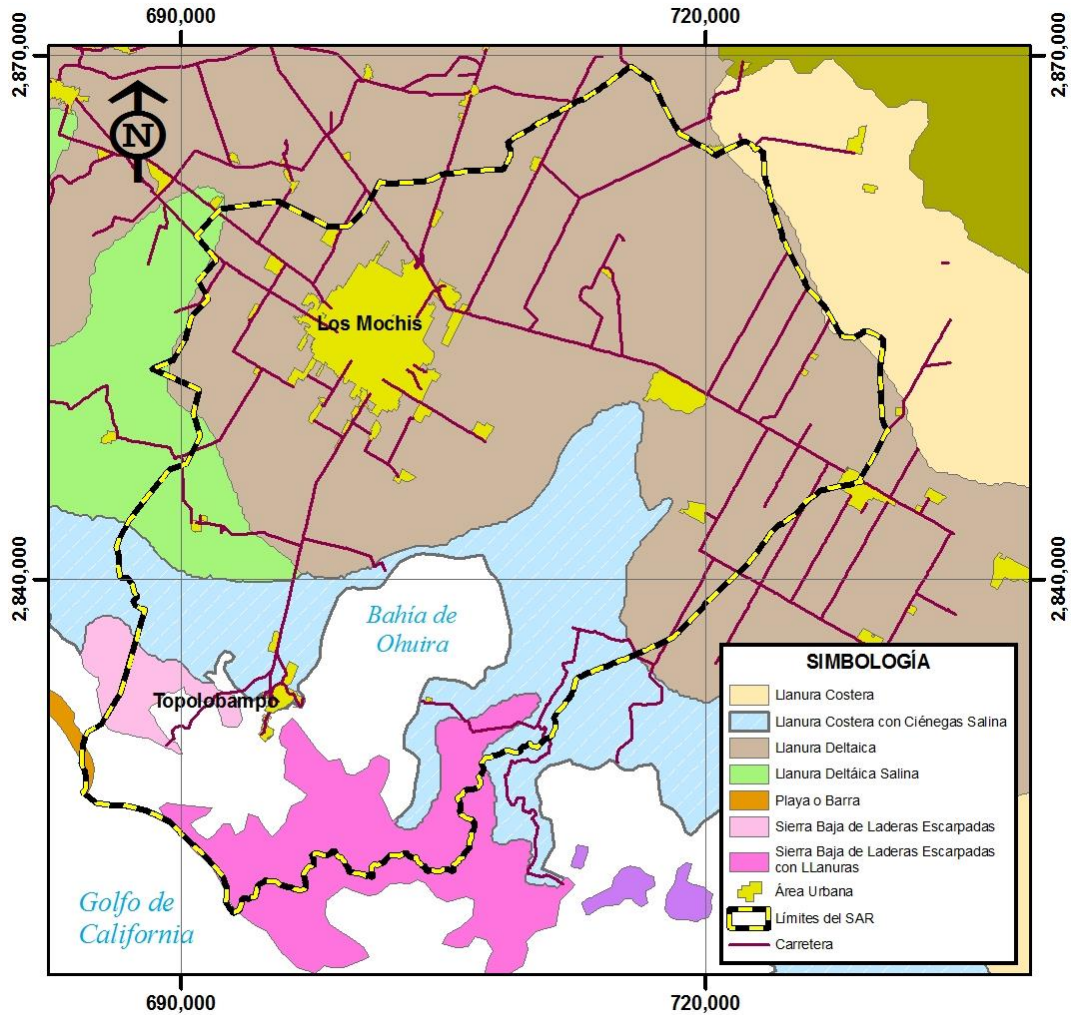


Figura IV.25. Sistema de topofomas existentes en el SAR.

Tabla IV.7. Cobertura de las topofomas existentes en el SAR

Descripción	Área (ha)	Porcentaje
Llanura Deltaica	76323.1	58.93
Llanura Costera con Ciénegas Salina	20776.7	16.05
Sierra Baja de Laderas Escarpadas con Llanuras	8499.2	6.56
Llanura Deltaica Salina	4383.0	3.38
Sierra Baja de Laderas Escarpadas	1850.1	1.42
Llanura Costera	563.3	0.43
Playa O Barra	114.2	0.09
Cuerpos de Agua	16890.5	13.05
Total	129,400	100

IV.6.Geología.

IV.6.1. Características litológicas del SAR.

Geológicamente, el SAR está constituido en una gran proporción por sedimentos y rocas sedimentarias depositados en ambientes aluviales y lacustres (Figura IV.26).

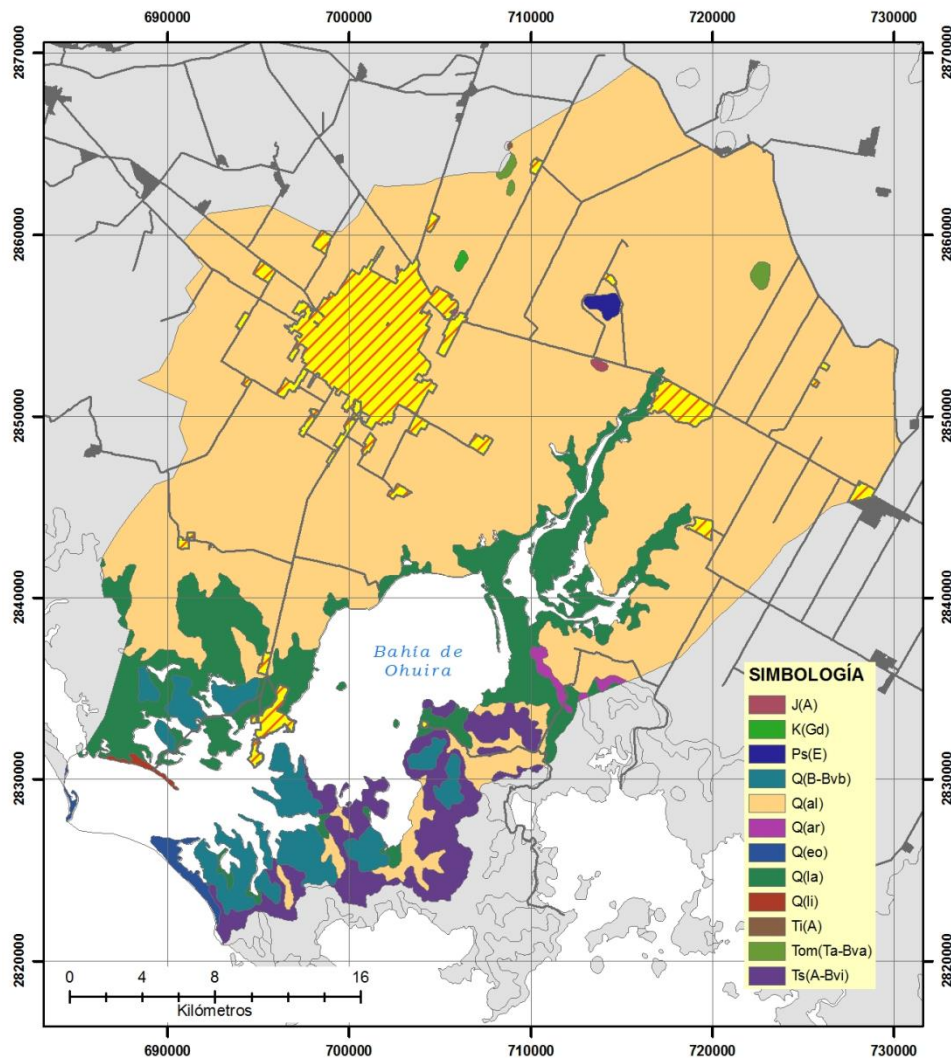


Figura IV.26. Geología de la Bahía de Ohuira y sus alrededores.

Las estructuras reconocidas en el área son de varios tipos y magnitudes; deformación y foliación de los sedimentos del Paleozoico Superior; pliegues de arrastre en la secuencia del Jurásico; pliegues tipo chevrón en los alrededores de Sinaloa de Leyva y estructura cómica formada por diapirismo en el cerro El Oro, en los sedimentos del Cretácico Inferior; deformaciones de las secuencias volcano-sedimentarias y volcánicas del

Cretácico Superior y Terciario inferior respectivamente; fallas normales y fracturamientos en las rocas del Terciario así como las numerosas intrusiones de diabasa en forma de diques, mantos y lopolitos, que se encuentran en los alrededores del poblado de Sinaloa de Leyva, por último los cuerpos granodiorítico y granítico del Cretácico Superior y Terciario Inferior respectivamente. Los pliegues, fallas, fracturas y foliación, presentan orientación noroeste-sureste.

Tabla IV.8. Superficie y porcentaje ocupado por las entidades geológicas del SAR.

Tipo	Clave	Área (Ha)	Porcentaje	Entidad
Aluvial	Q(al)	88,521.302	68.41	Suelo
Andesita	Ti(A)	8.64	0.01	Unidad Cronoestratigráfica
Andesita	J(A)	263.644	0.20	Unidad Cronoestratigráfica
Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ts(A-Bvi)	4,624.187	3.57	Unidad Cronoestratigráfica
Arenisca	Q(ar)	293.786	0.23	Unidad Cronoestratigráfica
Basalto-Brecha volcánica básica	Q(B-Bvb)	4,522.669	3.50	Unidad Cronoestratigráfica
Eólico	Q(eo)	414.342	0.32	Suelo
Esquisto	Ps(E)	230.069	0.18	Unidad Cronoestratigráfica
Granodiorita	K(Gd)	53.393	0.04	Unidad Cronoestratigráfica
Lacustre	Q(la)	11,603.106	8.97	Suelo
Litoral	Q(li)	105.03	0.08	Suelo
Toba ácida-Brecha volcánica ácida	Tom(Ta-Bva)	257.707	0.20	Unidad Cronoestratigráfica
N/A	H2O	18,502.22	14.30	Cuerpo de Agua Perenne
		129,400.095	100	

En el área se distinguen tres períodos de deformación tectónica. El primero se relaciona a esfuerzos de compresión que plegaron y deformaron a las rocas del Paleozoico durante la orogenia Permo-Triásica. El segundo, a los esfuerzos de compresión que se originaron por la subducción de la Paleoplaca Farallón bajo la Americana durante la orogenia Laramide. Este evento ocasionó que se fusionara parcialmente la placa creando en el subsuelo un arco magmático activo. Los anteriores acontecimientos se manifiestan en: el plegamiento de la secuencia del Mesozoico, diferentes tipos de metamorfismo, los efectos producidos por las intrusiones de cuerpos plutónicos e hipabisales y los eventos volcánicos que formaron la Sierra Madre Occidental, cuyo máximo crecimiento de material ignimbrítico fue del Oligoceno Superior a los inicios del Mioceno. Por último, el tercero se inicia a fines del Mioceno, cuando ocurre la subducción y se inicia la apertura del golfo de California, creando la fase distensiva que actúa hasta el Cuaternario y da lugar a los

elementos orográficos actuales. Este periodo se caracteriza por la presencia de fallas normales y fracturamientos, por las emisiones y derrames básicos del Terciario Superior y Cuaternario y los sedimentos clásticos continentales que cubren a las rocas mencionadas anteriormente. Las unidades geológicas ubicadas en la zona Bahía de Ohuira son:

- **J (A):** Ha sido formada por metamorfismo regional y afectada posteriormente por fenómenos cataclásticos e hidrotermales. Sus componentes son: cuarzo, plagioclasas, tremolita-actinolita, clorita, biotita, epidota, esfena y óxidos de hierro; pertenece a las facies de esquistos verdes, subfacies de biotitas y clase básica, con textura lepidobástica, tiene foliación de rumbo sur con 40° de inclinación; también existen intercalaciones de toba y brecha andesítica con deformación y metamorfismo incipiente, son cortadas por rocas hipabisales con forma de troco y dique de textura holocristalina porfídica y microcristalina piroclástica respectivamente.
- **K(A-Bvi):** Unidad constituida por derrames andesíticos y brecha volcánica de composición intermedia, de color gris oscuro a verdoso, con deformación epidotización variable de débil a intensa, fracturamiento intenso y numerosos espejos de fallas, contiene intercalaciones esporádicas de arenisca y brecha tobácea en horizontes delgados y medianos, la secuencia se encuentra cortada por vetillas de cuarzo lechoso y diques de composición básica de 15 cm de espesor. La andesita localmente presenta fenocristales de plagioclasas y hornblenda de 2 cm de longitud, así como amígdalas rellenas de calcedonia; generalmente son tenaces. La brecha contiene fragmentos líticos subangulosos de andesita, deformados, epidotizados, comprimidos verticalmente y alargados lateralmente.
- **K (Gd):** Tiene como minerales esenciales cuarzo y plagioclasa sódica, y como accesorio epidota; es de estructura compacta y textura holocristalina porfídica, de grano fino a medio, con alteración hidrotermal y formas redondeadas debido al intemperismo; al microscopio se observan tremolita-actinolita, sericita, epidota, hematita y magnetita; su color gris verdoso en muestra fresca intemperiza a café claro. Se encuentra intensamente fracturada e intrusionada por diques aplíticos. La unidad está rodeada por material aluvial, y por su cercanía a metandesita del Jurásico y esquistos del Paleozoico Superior, se infiere que las intrusionó y que forma parte de los emplazamientos plutónicos del Cretácico Superior.

- **Ki(cz-lu):** Alternancia de caliza gris oscuro y pardo rojizo, con lutita crema y rosa, en estratos delgados y medianos; están deformadas y presentan planos de foliación ondulada, se encuentra cortada por numerosos diques básicos metamorfizados con foliación concordante, lo que demuestra que el periodo de intrusión fue anterior al emplazamiento del batolito de Sinaloa, al que se le atribuye el metamorfismo, así como la mineralización de sulfuros muy diseminados; localmente se observa silicificación; es moderadamente tenaz y está muy fracturada.
- **Ki(cz-y):** La presencia de evaporitas sugiere que la unidad de depósito en aguas someras de baja energía, circulación restringida y condiciones de aridez en los paleoelementos, la caliza está dispuesta en estratos delgados y medianos, compuesta por espatita, sílice, arcilla y hematita de origen sedimentario; es de color gris claro.
- **Ps(E):** Unidad de textura lepidoblástica, deformada por metamorfismo regional y constituida por cuarzo, clorita, sericita y biotita, pertenecen a las facies de esquistos verdes, en la subfacie de biotita, en clase pelítica. Son de color gris y verde, presenta foliación dominante con rumbo oeste-suroeste, con inclinación de 30° en promedio. Aflora en el norte del área, en el fondo de los cañones, y en forma dispersa en pequeñas extensiones, está cubierta discordantemente por rocas metasedimentarias del Jurásico y por derrames volcánicos ignimbríticos del Terciario. Su edad fue considerada como el Paleozoico Superior.
- **Q (B-Bvb):** La integra una alternancia de lavas y material piroclástico de composición básica. El basalto está compuesto por minerales de plagioclasa cálcica, olivino, hematita y magnetita, con matriz vítrea; su estructura es compacta y vesicular y se encuentra intensamente fracturado, de color que varía de negro a rojo, al intemperizarse adquiere coloración café. La brecha contiene fragmentos subangulosos de rocas ígneas extrusivas básicas e intermedias con minerales de plagioclasa sódica, olivino y hematita; es de color rojo y café, de textura merocristalina, estructura piroclástica, en matriz arena tobácea. Sobreyace discordantemente a la secuencia volcánica básica, intermedia y volcanoclástica del Terciario Superior. Su expresión morfológica es de lomerío y mesetas, éstas en algún flanco presentan pendientes verticales.

- **Q (al):** Está compuesto por grava, arena, limo y arcilla no consolidada, su granulometría varía de material grueso al pie de la sierra a fino en los valles y la costa, su color es café claro. Se originó por los depósitos de material detrítico que generaron los ríos Fuerte y Sinaloa al unir sus deltas en la región de la actual Bahía de Topolobampo, la cual es de origen tectónico. Estos materiales rodearon a prominencias rocosas que formaban antiguas islas. Actualmente las formas delticas son de tipo lobado en su desembocadura y de extensa planicie en la mayor parte del área.
- **Q (ar):** Unidad formada por depósitos marinos del Reciente, cercanos a la costa, su morfología es ondulante y atestigua una regresión marina. Está constituida por arena de grano medio y fino de cuarzo, feldespato y fragmentos de rocas volcánicas; en algunos lugares se localizan bivalvos, gasterópodos y pelecípodos, enteros y fragmentados. Los granos son redondeados y subredondeados con superficie lisa y brillante, sin compactación ni cementante, su espesor varía entre 3 a 15 m.
- **Q (ar-cg):** Unidad originada por depósitos de talud y abanicos aluviales del Reciente, constituidos por arena, grava y fragmentos hasta de 30 cm de diámetro, angulosos y redondeados; con matriz de arena fina y arcilla, poco consolidados, de color amarillo y café claro. Su litología es muy heterogénea, derivada de rocas metamórficas, ígneas intrusivas y volcánicas interdigitadas con acarreos de material aluvial del Reciente. Por su cercanía a las unidades de granodiorita y del complejo metamórfico se infiere que los cubre discordantemente.
- **Q (cg):** Es de tipo polimíctico depositado en ambiente continental, su color varía de rojo a café oscuro, lo integran clastos de riolita, toba y brecha volcánica ácida y escasos fragmentos de basalto, tiene matriz arenosa de la misma composición y está cementado con arcilla y caliche, los clastos son angulosos y subredondeados, de tamaño que varía de gravas a bloques, sobreyace a rocas volcánicas del Terciario Superior.
- **Q(la):** Lo forma arcilla limosa expansiva de poco espesor, sobreyace a arena fina y su color rosa cambia a café rojizo cuando se humedece. Sufre contaminación salina

debido a la invasión intermitente del mar sobre el continente. Su morfología es de planicie y se encuentra a lo largo de la línea de costa.

- **Q(II):** Sedimento arenoso de origen marino depositado por movimientos de marea; sus componentes son cuarzo, feldespato, micas, fragmentos de conchas y de rocas ígneas y metamórficas. La arena es de grano fino, redondeado y subredondeado de superficie lisa y brillante. Se localiza formando grupos de alineación paralelas de barras, tómbolos, flechas y playas, que atestiguan indicios de antiguas líneas de costa, así como una actual regresión marina.
- **T(Gr):** Sus minerales esenciales son cuarzo y plagioclasa sódica, y los accesorios muscovita y biotita; es de estructura compacta y textura holocristalina porfídica, muestra epidotización y seritización, intrusiona a la secuencia de caliza-lutita del Cretácico Inferior.
- **TR-J(Mv):** Constituida por toba y brecha volcánica acida, de color amarillo y gris, con foliación incipiente de rumbo noroeste y 30° e inclinación media, muy fracturada y silicificada, está afectada por diques básicos de hasta 2 m de espesor y cortada por fallas inversas semiparalelas a la foliación. Yace en contacto tectónico sobre calizas y lutitas del Cretácico inferior por medio de una falla inversa cuya traza se encuentra sobre la margen derecha del Río Sinaloa. Su expresión morfológica es de lomas y su edad fue considerada del Mesozoico en virtud de su información y grado de metamorfismo.
- **Tom(Ta-Bva):** Secuencia compuesta por alternancia rítmica de toba, toba brechoide y brecha volcánica con escasos derrames riolíticos intercalados; son de color amarillo claro, blanco, gris, rosado y amarillo, que intemperizan a café rojizo y gris claro; presenta horizontes masivos con espesores variables de 5 a 80 m, algunos forman acuñamientos y yacen horizontalmente, aunque localmente se advierte ligeramente ondulados; en ciertos niveles se encuentran bancos de arenisca cuarzo feldespática de grano fino a medio. La toba varía de riolítica a riodacítica de textura microcristalina piroclástica, tiene esferulitas rellenas de cuarzo y está formada por cuarzo, sanidino, oligoclasa, andesita, biotita, hematita y magnetita. La toba brechoide es rica en fenocristales de biotita de 5 mm, líticos de andesita aproximadamente del mismo

tamaño, prismas de hornblenda de 6 mm de longitud y fragmentos de pómez hasta 12 mm de diámetro, la matriz es criptocristalina a vítrea con grados variables de caolinización. La brecha tiene fragmentos angulosos de riolita, andesita, pómez y material piroclástico que evidencian un vulcanismo de tipo explosivo; la riolita es de color rosa que intemperiza a café, tiene textura porfídica con fenocristales de oligoclasa, cuarzo, andesita y biotita. La secuencia también contiene horizontes de toba bentonítica y toba vítrea; hacia la base de la secuencia generalmente se encuentran vitrificados que separan esta unidad de las rocas volcánicas intermedias que subyace. La unidad se presenta de moderada a fuertemente fracturada y fallada, forma topografía de mesetas cortadas por profundos cañones.

- **Ts(A-Bvi):** La constituyen derrames y material piroclástico de composición intermedia. La andesita subyace y está intercalada con brecha volcánica intermedia, se halla fracturada intensamente, en algunos lugares tiene alteración hidrotermal, su color gris claro y oscuro al intemperismo se torna café claro, su textura es holocristalina y merocristalina porfídica, contiene minerales de plagioclasa sódica y cálcica, pigeonita, lamprobolita, hiperstena, biotita, circón y hematita. La brecha volcánica contiene fragmentos angulosos de rocas ígneas extrusivas intermedias, texturas merocristalinas y estructura piroclástica compacta. Dentro de esta unidad se observan en forma aislada intercalaciones de material apiclástico y arena tobacea. Se correlaciona con la formación Comondú del Mioceno, que es una secuencia de material volcánico y volcanoclástico.
- **Ts(B-Bvb):** Es una alternancia de derrames y material piroclástico básico. El basalto andesítico, de textura holocristalina porfídica con matriz piroclástica, de color negro que intemperiza a café claro; sus minerales son labradorita, andesina, clinopixoreno, ortopixoreno, pirita magnetita y hematita; presenta estructura compacta y vesicular, fracturamiento intenso que forma bloques. La brecha volcánica está formada por fragmentos subangulosos de rocas ígneas andesítica, basálticas y vítreas, en matriz tobácea intermedia y vidrio ácido, su color es café claro con tonos oscuros y su textura es holocristalina piroclástica.

La segunda entidad geológica presente en el sitio de estudio está representada por depósitos de suelo de tipo aluvial, eólico y principalmente lacustre, todos ellos del

Cuaternario de la era Cenozoica. La característica dominante de los sedimentos lagunares es su naturaleza arenosa, que oscila entre las arenas limosas con grava y los limos arenosos mal y muy mal clasificados, con predominio de partículas de grano fino, mesocúrticos a muy leptocúrticos.

Tabla IV.9. Características generales de los distintos tipos de roca del SAR.

ENTIDAD	ERA	SISTEMA	CLASE	TIPO DE ROCA	CLAVE	TOTAL (ha)
Suelo	Cenozoico	Cuaternario	N/A	Aluvial	Q(al)	88,521.30
			N/A	Lacustre	Q(la)	11,603.10
			N/A	Litoral	Q(li)	105.03
			N/A	Eólico	Q(eo)	414.34
Unidad Crono-Estratigráfica	Paleozoico	N/A	Metamórfica	Esquisto	Ps(E)	230.06
	Mesozoico	Jurásico	Ígnea extrusiva	Andesita	J(A)	263.64
		Cretácico	Ígnea extrusiva	Granodiorita	K(Gd)	59.39
	Cenozoico	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita	Ti(A)	8.64
		Terciario	Ígnea extrusiva	Toba ácida-Brecha volcánica ácida	Tom(Ta-Bva)	257.70
		Cuaternario	Sedimentaria	Arenisca	Q(ar)	293.78
			Ígnea extrusiva	Basalto-Brecha volcánica básica	Q(B-Bvb)	4,522.66
Neógeno	Ígnea extrusiva	Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ts(A-Bvi)	4,624.18		
Cuerpo de Agua Perenne	N/A	N/A	N/A	N/A	H2O	18,502.22
Total						129,406.09

Los materiales propios del fondo de los canales naturales y de las áreas lagunares con influencia marina son arenas de grano fino, que varían de moderadamente clasificadas a mal clasificadas, simétricas o casi simétricas y muy leptocúrticas, mientras que los sedimentos de pantano son lodos formados por mezclas de limo y arcilla, muy mal clasificadas, con predominio de los granos finos, platicúrticas o mesocúrticas. En los cordones litorales recientes, los sedimentos que forman a las antiguas líneas de playa son arenas de grano medio a fino, texturalmente homogéneas, moderadamente clasificadas, asimétricas hacia los fragmentos de grano fino y muy leptocúrticas (Ayala-Castañares, et al., 1994).

IV.6.2. Caracterización fisicoquímica de los sedimentos marinos.

En este apartado se muestran los resultados del análisis de sedimentos realizado por el CIBNOR en marzo del 2016 en el sitio del proyecto (Anexo E y Anexo F). Se tomaron muestras de sedimento de las estaciones E1, E2, E3 y E4 (Figura IV.27; Tabla IV.10) mediante buceo con Hooka y una draga tipo Ekman de 6 x 6 x 6 pulgadas recomendada para cuerpos costeros y lagunares. Se empleó este método debido a que el suelo del lecho marino en los puntos de muestreo está muy compactado dificultando la maniobra con la draga desde la embarcación.

Una vez en la superficie se le extrajo a cada muestra el agua intersticial (1000 mL) para análisis de nitrito, nitrato, amonio, fosfatos y nitrógeno total, estas muestras fueron almacenadas en hielo y una vez en el laboratorio fueron congeladas a -20oC para su posterior análisis. El sedimento fue colocado en recipientes de vidrio de 1000 mL para los análisis correspondientes y conservado fuera de la luz y en hielo hasta su entrega al laboratorio subcontratado para su análisis (Tabla IV.11).

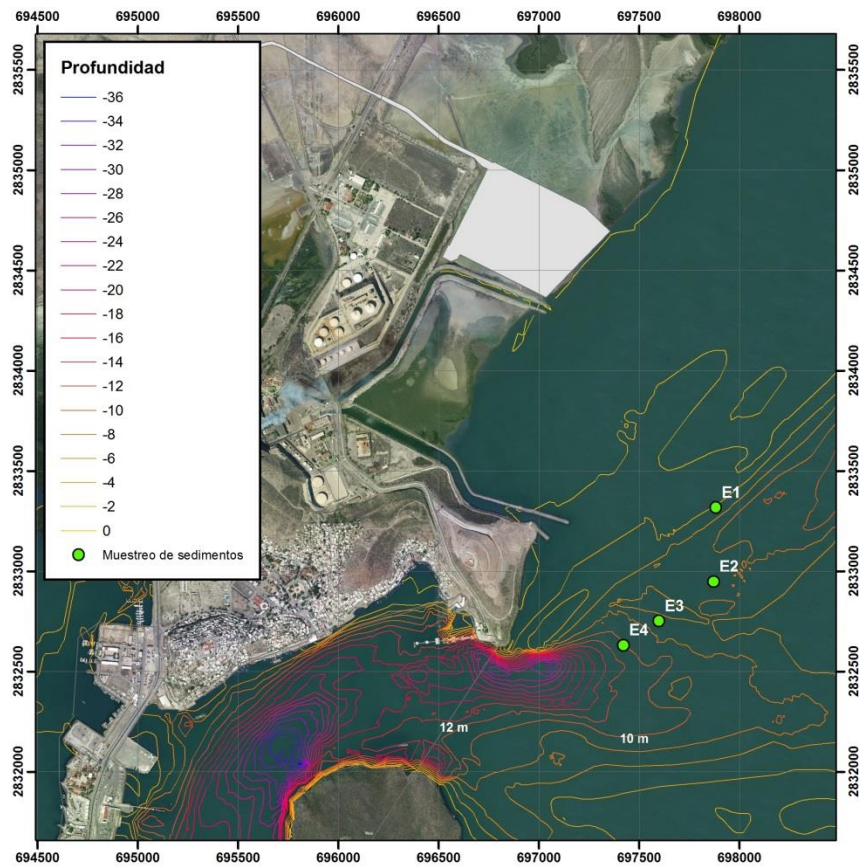


Figura IV.27. Ubicación de las estaciones de muestreo para la toma de sedimentos en Bahía de Ohuira en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Para la determinación del tamaño de las partículas suspendidas en la columna de agua, se midió la profundidad máxima del tirante de agua para determinar la profundidad a media agua. Una vez definido esto, se realizaron lances con botella Van Dorn a superficie y media agua en las cuatro estaciones. De cada nivel muestreado se tomó una muestra de 1 litro y fue conservado en hielo para su posterior análisis (Tabla IV.12).

Tabla IV.10. Coordenadas de las estaciones de muestreo de sedimento en marzo de 2016 en Bahía de Ohuira (Fuente: CIBNOR, 2016).

Estación	Y	X
E1	2833318.5800	697881.2700
E2	2832948.9200	697869.0200
E3	2832752.3300	697596.7100
E4	2832631.3500	697419.5800

Tabla IV.11. Métodos de conservación y almacenamiento de muestras de agua intersticial, sedimentos y tamaño de partículas en columna de agua (Fuente: CIBNOR, 2016).

Muestra	Parámetro	Volumen (mL)	Tipo de envase.	Conservador
Agua intersticial	Nitritos, nitratos, amonio y fosfatos	500	Plástico	Hielo a 4°C durante el muestreo y transporte de las muestras a las instalaciones del CIBNOR
	Nitrógeno total	500	Plástico	Hielo a 4°C durante el muestreo y transporte de las muestras a las instalaciones del CIBNOR
Sedimentos	Caracterización básica, agrícola e industrial de sedimentos	Se llenó un envase de vidrio de 1000 mL	Vidrio	Obscuridad y hielo a 4°C durante el muestreo y transporte de las muestras a las instalaciones del CIBNOR
Agua de superficie y media columna	Tamaño de partícula	1000	Plástico	Hielo a 4°C durante el muestreo y transporte de las muestras

Los análisis se llevaron a cabo mediante los métodos correspondientes que se muestran en la Tabla IV.12.

Tabla IV.12. Métodos empleados para los análisis en agua intersticial, sedimento y tamaño de partícula en columna de agua (Fuente: CIBNOR, 2016).

Tipo de muestra	Parámetro	Método analítico	Laboratorio
Agua intersticial	Nitritos	MPT-LAN01-04-10	CIBNOR
	Nitratos	MPT-LAN01-05-10	CIBNOR
	Amonio	MPT-LAN01-06-10	CIBNOR
	Nitrógeno total	NMX-AA-000-SCFI-2001	ASA
Sedimentos	Textura y granulometría		
	Arcilla	NOM 021-SEMARNAT-2000	ABC Analitic
	Arena	NOM 021-SEMARNAT-2000	ABC Analitic
	Limo	NOM 021-SEMARNAT-2000	ABC Analitic
	Distribución de tamaño de partículas	NOM 021-SEMARNAT-2000	ABC Analitic
	Densidad		
	Densidad aparente	NOM 021-SEMARNAT-2000/ANEXO AS-03	ABC Analitic
	Densidad real	NOM 021-SEMARNAT-2000/ANEXO AS-04	ABC Analitic
	Digestión ácida con horno de microondas	EPA 3051-1996	ABC Analitic
	Humedad	NMX-AA-145-SCFI-2008/NMX-AA-146-SCFI-2008	ABC Analitic
	Detección de bacterias y materia orgánica		
	Coliformes fecales	EPA 9131-1986/EPA1680-1998	ABC Analitic
	Materia orgánica	AS-07 NOM-021-SEMARNAT-2000	ABC Analitic
	Metales pesados		
	Arsénico total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Cadmio total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Cromo total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Cobre total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Mercurio total	EPA 7471B-2007	ABC Analitic
	Níquel total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Plomo total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Zinc total	US EPA 6010C-2007	ABC Analitic
	Benzo(A)Antraceno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Benzo(B)Fluoranteno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Benzo(K)Fluoranteno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Benzo(A)Pireno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Dibenzo(A,H)Antraceno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Extracción de HPAS (MS)	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Indeno (1,2,3,C-D)Pireno	NMX-AA-146-SCF1-2008	ABC Analitic
	Plaguicidas clorados		
	Alfa endosulfan	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Alacloro	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Aldrin	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Atrazina	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Beta Endosulfan	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	BHC(Alfa, Beta y Delta)	Cálculo (Suma de Alfa, Beta y Delta)	ABC Analitic
	Cyanazina	EPA 8081A-1996	ABC Analitic
	Clordano	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Delta-BHC	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	DDD	EPA 8081A-1996	ABC Analitic
	DDE	EPA 8081A-1996	ABC Analitic
	DDT	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Dieldrin	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Deltametrina	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Endrin Aldehido	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Endrin Cetona	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Endosulfan Sulfato	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Endrin	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Extracción de plaguicidas clorados	EPA 3510C-1996	ABC Analitic
	Heptacloro	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Heptacloro epóxido	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	Hexaclorobenceno	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic
	GAMA-BCH (Lindano)	EPA 8081A-1996	ABC Analitic
	Metolaclor	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic

Tabla IV.12. Métodos empleados para los análisis en agua intersticial, sedimento y tamaño de partícula en columna de agua (Fuente: CIBNOR, 2016).

Tipo de muestra	Parámetro	Método analítico	Laboratorio	
	Metoxicloro	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic	
	Mirex	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic	
	Pendimetalina	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic	
	Simazina	US EPA 8081B-2007	ABC Analitic	
	Terbutilazina	US EPA 8081 B-2007	ABC Analitic	
	Toxafeno	US EPA 8081 B-2007	ABC Analitic	
	Trifluralin	US EPA 8081 B-2007	ABC Analitic	
	Plaguicidas fosforados			
	Bolstar	EPA 8141B-1998	ABC Analitic	
	Bromacil	EPA 8141B-1998	ABC Analitic	
	Clorpirifos	EPA 8141B-1998	ABC Analitic	
	Coumafos	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Diclorvos	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Demeton-s	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Diazinon	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Dimetoato	EPA 8141 B-1998	ABC Analitic	
	Epn	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Etoprop	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Extracción de plaguicidas fosforados	EPA 3510C-1996	ABC Analitic	
	Fensulfotion	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Fention	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Forato	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Fenitroton	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Malation	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Metribuzin	EPA 8141B-1998	ABC Analitic	
	Metilazinfos (guthion)	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Merfos	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Mevinfos	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Molinato	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Metilparation	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Paration	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Piriproxifen	EPA 8141 B-1998	ABC Analitic	
	Ronnel	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Sulfotep	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Trialato	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Triclorfon	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Terbufos	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Tokution	EPA 8141B-1998	ABC Analitic	
	Tricloronato	US EPA 8141B 2007	ABC Analitic	
	Agua superficie y media columna	Tamaño de partícula	MPT-LAN02/29-04	CIBNOR

Las propiedades de los sedimentos son utilizadas para su clasificación y para determinar la relación con los factores ambientales. En general, algunas de las propiedades que se suelen tomar en consideración son el color, el tamaño de las partículas, la forma de las partículas, la permeabilidad y el contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas. El material que sedimenta en el ambiente marino puede tener su origen en el continente o en el océano. Este material puede ser de naturaleza inorgánica (p. ej., minerales) u orgánica (restos y/o desechos de organismos). Durante el transporte, y dependiendo de la resistencia de las sustancias a los factores ambientales (dada por su composición

química), este sedimento puede sufrir diversos procesos de transformación, y modificar su estructura y composición original, para finalmente generar depósitos característicos en el fondo de un sitio determinado, por ello las características de los sedimentos marinos son altamente dependientes de las condiciones ambientales imperantes en los lugares donde este material se origina, pasa y finalmente se deposita. Los sedimentos tienen una importante función reguladora en el ecosistema costero debido a que ellos son una gran fuente de almacenaje de nutrientes y materia orgánica, lo cual afecta de manera directa al balance de oxígeno de las aguas de fondo y permiten la renovación o liberación de nutrientes nuevos hacia la columna de agua (Astorga y Silva, 2004).

Todos los detalles y comprobantes de los resultados de las determinaciones en laboratorio se adjuntan al presente documento. Consultar el Anexo SULSA CIBNOR para Nitritos, Nitratos, Amonio, Fosfatos y tamaño de partícula en columna de agua; Anexo ASA para Nitrógeno Total; para el resto de los parámetros Anexo ABC Analitic.

En la Tabla IV.13 se presentan los resultados de los parámetros de concentración de nutrientes evaluados en las muestras de agua intersticial obtenida del sedimento. La Figura IV.28 muestra los resultados gráficos de dichos valores, como se puede observar los Fosfatos son el componente que menor concentración mostró en la cuatro estaciones, seguido de Nitritos y Nitratos que también mostraron concentraciones bajas, mientras que Amonio osciló entre los 7.34 y los 25.87 mg/L alcanzando su máximo en las estaciones E4 y E2 (Figura IV.28, panel izquierdo); mientras que la concentración de Nitrógeno total mostró valores más altos en la estación E1, seguida de E3, E2 y E4 respectivamente (Figura IV.28, panel derecho).

Tabla IV.13. Resultados obtenidos en muestras de agua intersticial en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Estación	NO ₂ -(mg/L)	NO ₃ -(mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	PO ₄ -3(mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)
E1	0.018	0.158	0.781	0.016	25.87
E2	0.039	0.587	1.683	0.011	17.25
E3	0.024	0.257	1.438	0.030	20.94
E4	0.127	0.131	1.787	0.016	7.34

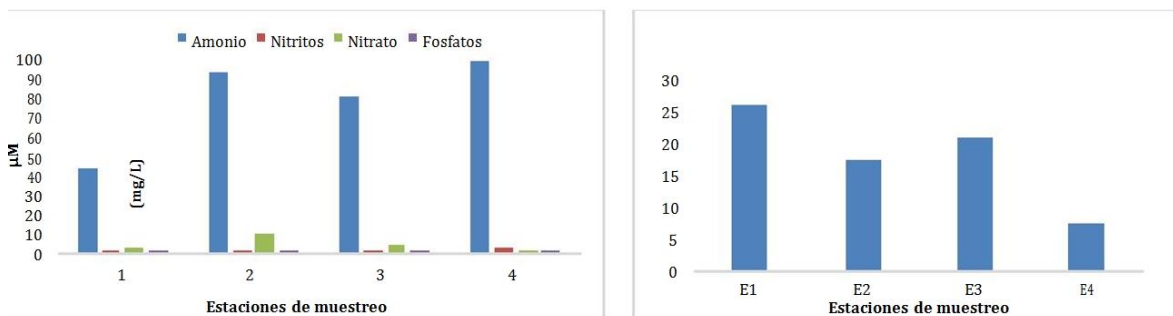


Figura IV.28. Concentración de nutrientes (panel izquierdo) y nitrógeno total (panel derecho) en muestras de agua intersticial, en la Bahía de Ohuira (Fuente: CIBNOR, 2016).

En la Tabla IV.14 se muestran todos los parámetros cuya concentración fue tan baja que no fue detectada en los análisis para ninguna de las muestras analizadas. Desataca la ausencia de Mercurio y Cadmio dentro de la categoría de metales pesados; la ausencia de bacterias (coliformes fecales); la ausencia de todos los Hidrocarburos poliaromáticos (HPAs); y la ausencia de todos plaguicidas clorados y fosforados analizados.

Tabla IV.14. Parámetros analizados que no fueron detectados en ninguna de las estaciones en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Parámetro	Resultado	Parámetro	Resultado
Metales Pesados		Plaguicidas clorados continúa	
Cadmio total	ND	Mirex	ND
Mercurio total	ND	Pendimetalina	ND
Bacterias		Simazina	ND
Coliformes fecales	ND	Terbutilazina	ND
Digestión ácida horno M.O.	Realizada	Toxafeno	ND
HPAs		Trifluralin	ND
Benzo(A)Antraceno	ND	Plaguicidas fosforados	
Benzo(B)Fluoranteno	ND	Bolstar	ND
Benzo(K)Fluoranteno	ND	Bromacil	ND
Benzo(A)Pireno	ND	Clorpirifos	ND
Dibenzo(A,H)Antraceno	ND	Coumafos	ND
Extracción de HPAS (MS)	Realizada	Diclorvos	ND
Indeno (1,2,3,C-D)Pireno	ND	Demeton-s	ND
Plaguicidas clorados		Diazinon	ND
Alfa endosulfan	ND	Dimetoato	ND
Alacloro	ND	Epn	ND
Aldrin	ND	Etoprop	ND
Atrazina	ND	Ext. de plaguicidas fosforados	Realizada
Beta Endosulfan	ND	Fensulfotion	ND
BHC(Alfa, Beta y Delta)	ND	Fention	ND
Cyanazina	ND	Forato	ND
Clordano	ND	Fenitrotion	ND
Delta-BHC	ND	Malation	ND
DDD	ND	Metribuzin	ND
DDE	ND	Metilazinfos (guthion)	ND
DDT	ND	Merfos	ND
Dieldrin	ND	Mevinfos	ND
Deltametrina	ND	Molinato	ND
Endrin Aldehido	ND	Metilparation	ND

Tabla IV.14. Parámetros analizados que no fueron detectados en ninguna de las estaciones en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Parámetro	Resultado	Parámetro	Resultado
Endrin Cetona	ND	Paration	ND
Endosulfan Sulfato	ND	Piriproxifen	ND
Endrin	ND	Ronnel	ND
Ext. de plaguicidas clorados	Realizada	Sulfotep	ND
Heptacloro	ND	Trialato	ND
Heptacloro epóxido	ND	Triclorfon	ND
Hexaclorobenceno	ND	Terbufos	ND
GAMA-BCH (Lindano)	ND	Tokution	ND
Metolaclor	ND	Tricloronato	ND
Metoxicloro	ND		

Con respecto al resto de los metales analizados, se observa que el arsénico (Figura IV.29), el plomo (Figura IV.30), el níquel y el cobre estuvieron por debajo de los 10mg/Kg, de hecho para los dos últimos únicamente fue detectado en la estación E1, mientras que el plomo no fue detectado en la estación E3.

El cromo mostró valores entre los 3.2 y los 13.6 mg/Kg (Figura IV.33); y el zinc fue el elemento que mostró los valores más altos teniendo una concentración mínima de 8.66 en la estación E3 y máxima de 36.24 en la estación E1 (Figura IV.34). Cabe señalar que se observó el mismo patrón de concentración relativa de los elementos arsénico, cromo y zinc encontrando siempre las mayores concentraciones en la estación E1, seguida de E2, E4 y finalmente E3 (Figura IV.29, Figura IV.33 y Figura IV.34).

Arsénico total

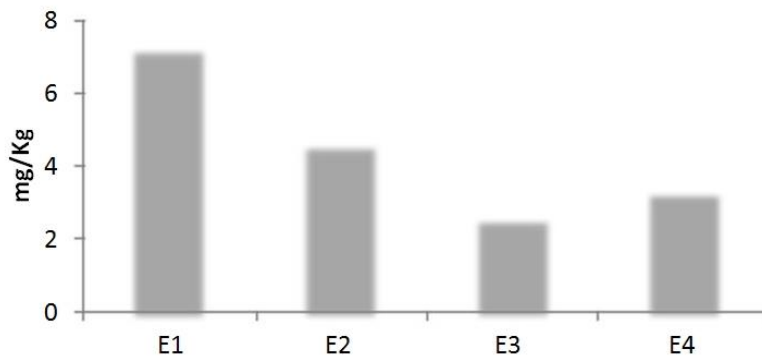


Figura IV.29. Concentración de arsénico total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Plomo total

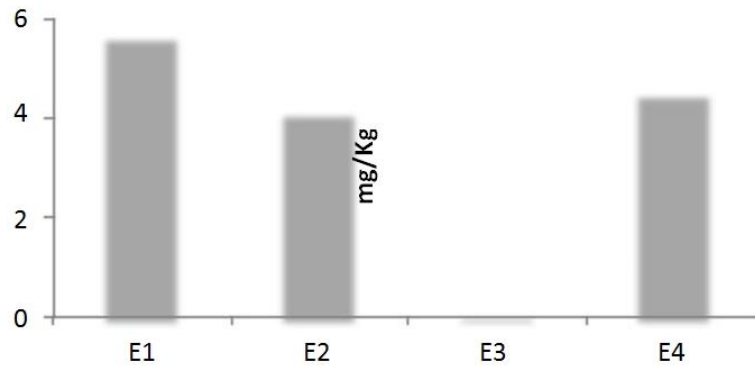


Figura IV.30. Concentración de plomo total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Níquel total

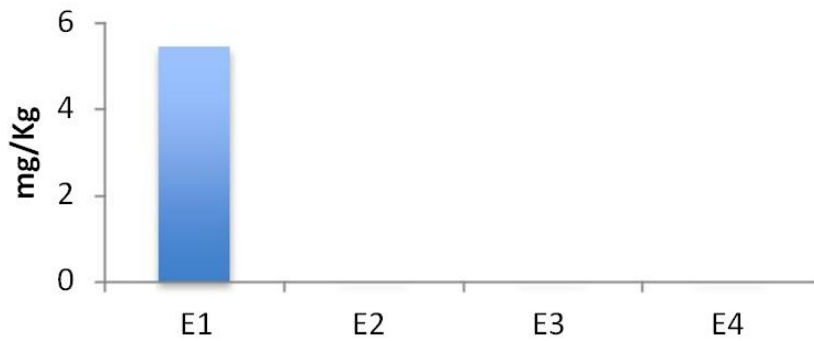


Figura IV.31. Concentración de níquel total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Cobre total

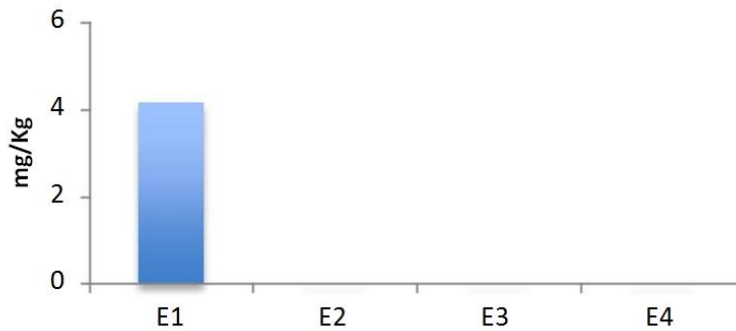


Figura IV.32. Concentración de cobre total en muestras de sedimento marino de Bahía Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

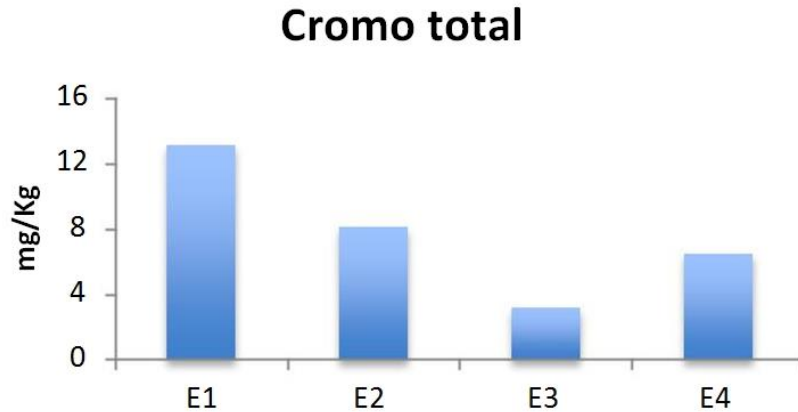


Figura IV.33. Concentración de cromo total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

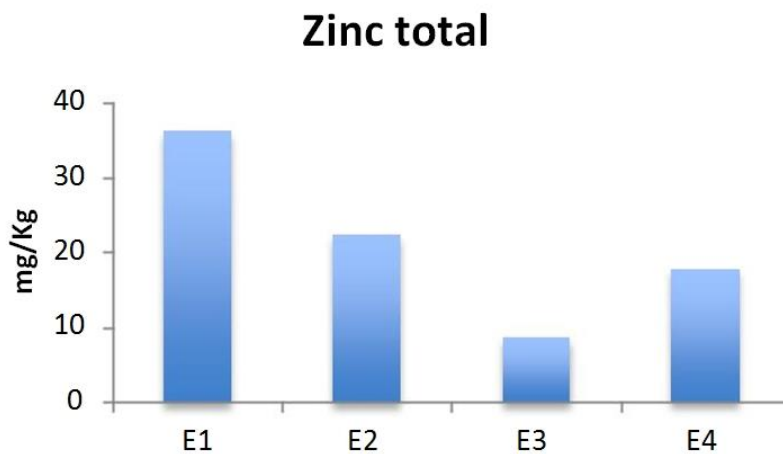


Figura IV.34. Concentración de zinc total en muestras de sedimento marino de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

En lo referente a las otras propiedades físicas de las muestras se determinó tanto la densidad aparente como la densidad real, para el primer caso se considera el peso de la unidad de volumen de suelo con espacios intersticiales (Wooding, 1967). Y el segundo es la expresión del peso del suelo según la densidad de las partículas sólidas que lo constituye. Por lo general la mayoría de los suelos minerales tienen una densidad aparente que varía de 0.4 a 2.0 g/cm³ y una densidad real que varía en el estrecho límite de 2.6 a 2.7 g/cm³. Para este caso se obtuvieron valores de densidad aparente de 1 y 1.1 y de densidad real de 2.5 en todos los casos Figura IV.35. Por la naturaleza fisicoquímica de la muestra, no fue posible la determinación de densidad aparente en la estación E3.

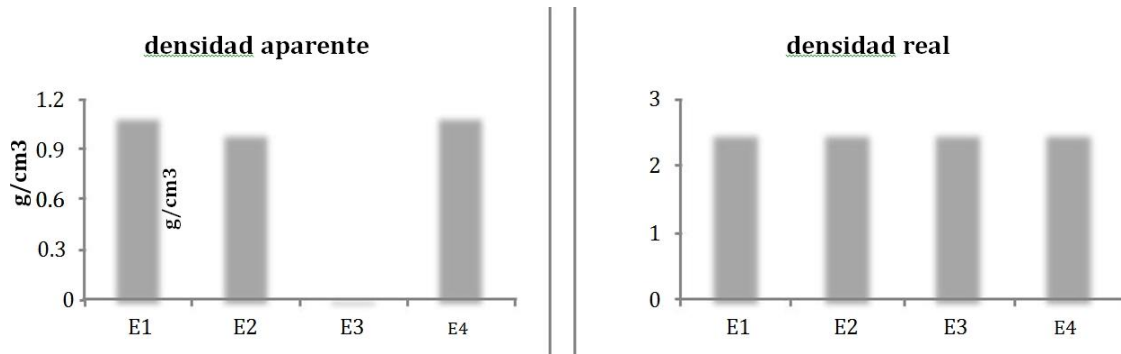


Figura IV.35. Densidad aparente y densidad real de las muestras de sedimento marino en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Con respecto al % de humedad, este depende del tipo y tamaño de poro que tengan las partículas sólidas (orgánicas e inorgánicas) del suelo, en este estudio que se trata de sedimentos marinos el porcentaje de humedad es el esperado para este tipo de muestras con un intervalo entre el 23.2 y el 25.6% (Figura IV.36).

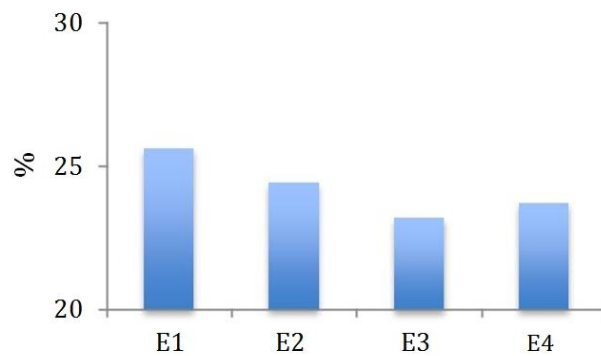


Figura IV.36. Porcentaje de humedad en las muestras de sedimento de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Por su parte el porcentaje de materia orgánica en base seca fue muy bajo con menos del 15 en todos los casos (Figura IV.37).

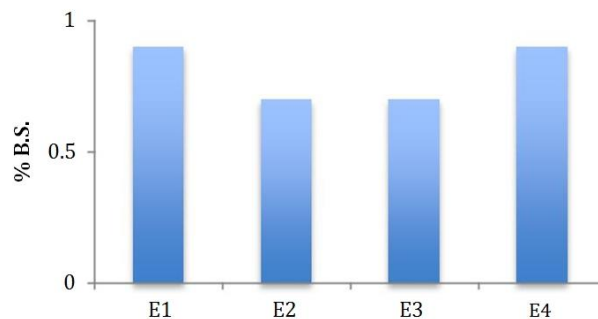


Figura IV.37. Porcentaje de materia orgánica base seca (B.S.) en muestras de sedimentos de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Con respecto a la granulometría de las muestras se observó que el mayor porcentaje en las cuatro estaciones analizadas corresponde a granos de arena con un porcentaje del 91.84 al 97.84, seguido por arcilla y el limo no fue detectado (Figura IV.38).

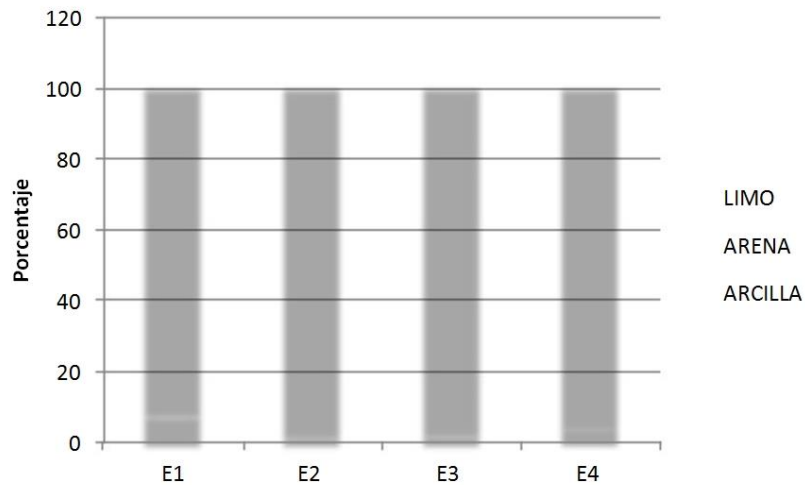


Figura IV.38. Textura y granulometría de las muestras de sedimento de Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

IV.7. Edafología.

IV.7.1. Tipos de suelos en el SAR.

De acuerdo con la clasificación de la FAO-UNESCO, las principales unidades de suelos en la franja costera donde se encuentra el SAR son de tipo Vertisol y Solonchack. Los suelos, junto con los litorales, son el principal recurso natural del municipio Ahome por su capacidad agrológica. En general, la composición granulométrica de los depósitos de la planicie costera consiste en partículas finas y medias con cantidades variables de gravas.

Los suelos dependen de varios factores y sintetizan su efecto en las propiedades físicas y químicas, la topografía y los elementos climáticos son importantes en la formación del suelo de este tipo de zonas geográficas. La descripción en este documentos y en el mapa de suelos está basada en la Base Referencial Mundial para Recursos de Suelos (**World Reference Base for Soil Resources, WRB**), que es el estándar internacional taxonómico de sistema de Clasificación de suelos. La clasificación se basa primariamente en la morfología de suelo como una expresión de la pedogénesis.

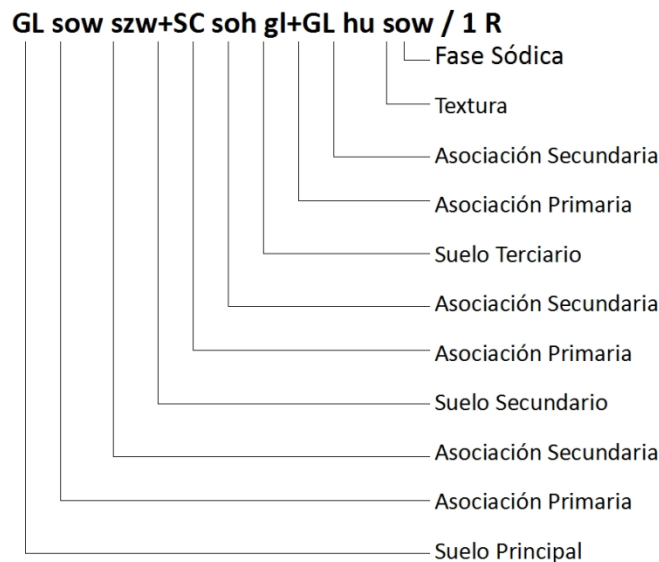


Figura IV.39. Guía de interpretación de las claves de suelos.

La distribución de los distintos tipos de suelo en el SAR se presenta en la Figura IV.40.

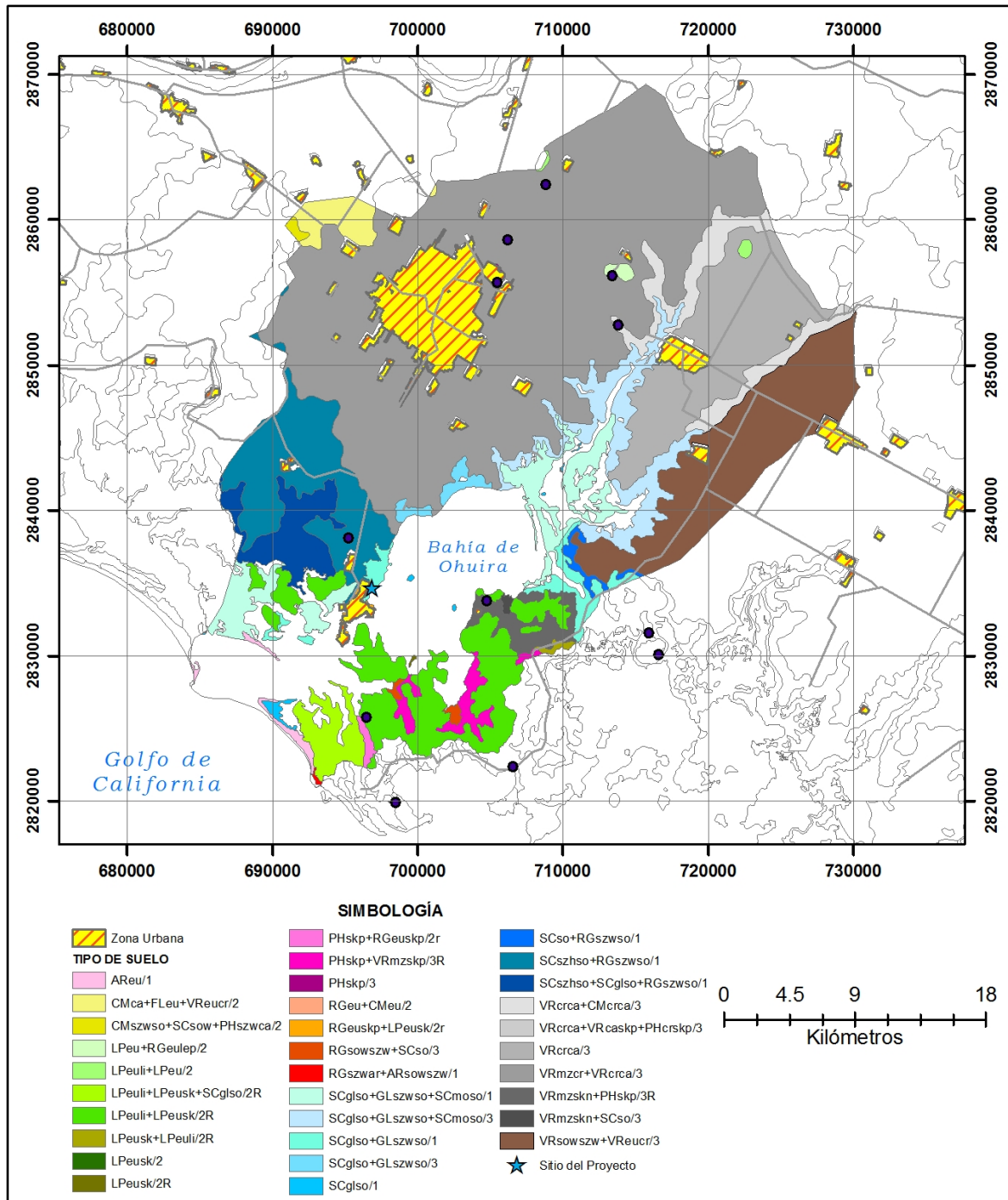


Figura IV.40. Distribución de los tipos de suelo en el SAR.

Algunos de los suelos, como los que se encuentran en alrededor de la porción de la laguna donde se desarrollará el proyecto presentan como unidad secundaria suelos tipo Gleysol. Estos son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad.

Son suelos de humedales, que a menos que sean drenados están saturados con agua freática por periodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyco, hecho de colores rojizos, parduzcos o amarillentos en la cara de los agregados y/o en la capa o capas superficiales del suelo en combinación con colores grisáceos/azulados en el interior de agregados y/o más profundos en el suelo. Se localizan en áreas deprimidas y posiciones bajas del paisaje con agua freática somera.

Tabla IV.15. Superficie de los grupos de suelo dominantes en el SAR.

Clave	Tipo de Suelo	Total (Ha)	Porcentaje
AR	Arenosoles	345.1	0.27
CM	Cambisoles	1,504.9	1.16
LP	Leptosoles	9,354.7	7.23
PH	Phaeozems	1,336.1	1.03
RG	Regosoles	464.0	0.36
SC	Solonchaks	21,339.1	16.49
VR	Vertisoles	71,793.4	55.48
H ₂ O	Cuerpo de Agua	18,966.7	14.66
Zur	Zona Urbana	4,296.2	3.32
Total		129,400.1	100.0

- **Arenosol (AR):** El nombre de estos suelos viene del latín arena, que significa de igual manera, arena. Los Arenosoles comprenden suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in-situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, como suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Se desarrolla en ambientes desde árido hasta húmedo y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa, y planicies a plateaus muy antiguos arenosos; la vegetación varía desde vegetación de desierto hasta dispersa (principalmente herbácea) hasta bosque ligero.

- **Cambisol (CM):** Su nombre proviene del italiano *cambiare*, que quiere decir cambiar. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Son suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato.

Los Cambisoles provienen de materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas y se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Se presentan en terrenos llanos a montañosos en todos los climas y tienen amplio rango de tipo de vegetación.

- **Leptosol (LP):** Son suelos someros; del griego *leptos*, fino. Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas con ambiente: principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada.

Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas, tienen roca muy cerca de la superficie. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

- **Phaeozem (PH):** Son suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra. Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental.

Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados, consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta

saturación con bases en el metro superior del suelo. Proviene de materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros.

- **Regosol (RG):** En la Llanura Costera del Pacífico los suelos Regosol están constituidos por depósitos litorales, originados en su mayoría por la acción del oleaje, que provoca la formación de largas y angostas barras paralelas; así como que estos suelos sean inestables y profundos. Sin embargo, su textura con elevado contenido de arena, determina que el drenaje interno sea excesivo y su productividad agropecuaria casi nula, excepto algunas áreas que manifiestan estabilidad del suelo, pero aún con limitaciones moderadas por la presencia de salinidad, que expresada en conductividad eléctrica varía de 8 a 12 \square mhos/cm.

Son suelos débilmente desarrollados en material no consolidado y su denominación proviene; del griego rhexos, que significa manta. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

También se presenta en todas las zonas climáticas y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo.

- **Solonchak (SC):** Los suelos de tipo Solonchack se localizan de forma dominante en las marismas y esteros de la Llanura Costera del Pacífico. Su propiedad más relevante es el elevado contenido de sales, con una conductividad eléctrica del extracto de saturación mayor de 16 \square mhos/cm. Tienen un horizonte A ócrico de color pardo oscuro y un horizonte B cámbico de color pardo amarillento oscuro (en húmedo). Debido al medio anaeróbico en que se desarrollan (continuo exceso de

agua), presentan hidromorfismo (Solonchak gléyico), manifestado por cierta reducción del hierro y la formación de un patrón de moteaduras o manchas al quedar en contacto con el aire. Además, poseen un porcentaje de saturación de sodio mayor de 15 (fase sódica). Algunos tienen en la superficie una capa arcillosa que sufre rupturas en forma de placas poligonales cuando está seca (Solonchak takyrico); estas características propician que en ellos crezca vegetación de manglar y halófitas, a la vez de inhabilitarlos para el desarrollo de actividades agrícolas. Los Solonchaks al ser suelos salinos, su denominación proviene del ruso sol, sal.

Predominan en regiones áridas y semiáridas, notablemente en áreas donde la napa freática ascendente alcanza el solum o donde hay algo de agua superficial presente, con vegetación de pastos y/o hierbas halófitas, y en áreas de riego con manejo inadecuado. Los Solonchaks en áreas costeras ocurren en todos los climas.

En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo, por lo que se pueden encontrar Solonchaks externos. Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad debajo de la superficie del suelo, se encuentran los Solonchaks internos.

Vertisol (VR): Suelos pesados arcillosos, que se mezclan; del latín *vertere*, dar vuelta. Los Vertisoles son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con altas proporciones de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo.

Proviene de sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas, se presenta en depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación clímax es sabana, pastizal natural y/o bosque.

IV.8.Hidrología Superficial.

IV.8.1. Hidrografía y Cuencas.

El SAR propuesto y el puerto de Topolobampo se ubican dentro de la Cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira-Navachiste de la Región Hidrológica 10 (Sinaloa), como se muestra en la Figura IV.41. Dicha cuenca está formada por tres subcuencas de diferentes extensiones (B. Lechuguilla con 332 km², B. Navachiste con 1,817 km² y B. de Ohuira con 2.469 km²) cuyos nombres provienen de los cuerpos de agua principales que conforman el hidrosistema, junto con los grupos de corrientes localizadas en la planicie costera.

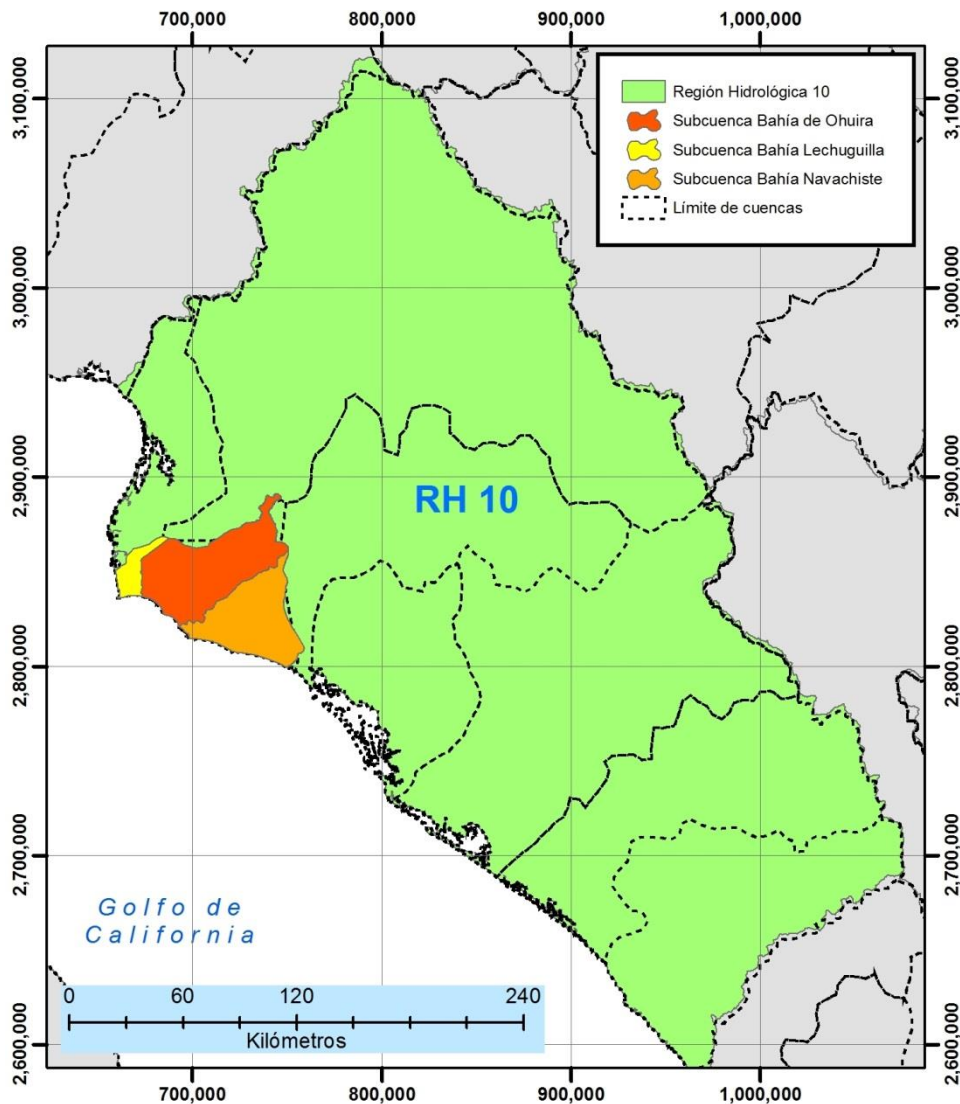


Figura IV.41. Ubicación de la cuenca de estudio en la Región Hidrológica 10.

Tabla IV.16. Superficie estatal de Sinaloa en la RH10 y cuenca hidrológica.

Clave	Nombre	% del Estado
A	R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite	13.09
B	R. San Lorenzo	7.24
C	R. Culiacán	15.85
D	R. Mocorito	12.33
E	R. Sinaloa	15.24
F	Bahía de Lechuguilla-Ohuira-Navachiste	7.06
G	R. Fuerte	11.29
H	Estero Bacorehuis	3.39

Tabla IV.17. Superficie municipal en la cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira Navachiste.

Clave	Nombre	% del Municipio
a	B. Navachiste	3.66
b	B. Ohuira	37.42
c	B. Lechuguilla	5.75

IV.8.2. Red Hidrológica del SAR.

La parte baja del Sistema Ambiental Regional corresponde a la Llanura Costera del Pacífico, se caracteriza por la asociación de toposformas de llanuras con ciénegas, zonas salinas, con dunas, playas y barras de arena y lagunas costeras, las que en conjunto constituyen un sistema lagunar donde las más importantes son Topolobampo y Ohuira.

El SAR presenta diversos elementos relacionados con el escurrimiento del agua superficial (Figura IV.42), las características topográficas, las propiedades del suelo y de la roca y los tipos de cobertura y uso del suelo determinan las características de la red hidrológica superficial y del escurrimiento sobre la superficie.

Existen numerosos drenes que transportan aguas de desecho agrícola y algunos de ellos desembocan en las bahías del complejo lagunar de Topolobampo (Sistema Topolobampo-Ohuira-Santa María), además de tres drenes de aguas negras y desechos industriales, procedentes dos de ellos de la Ciudad de Los Mochis (Dren Juárez y Dren

Mochis) y el otro de la Ciudad de Juan José Ríos (Dren Batequis). Durante la estación de verano se presenta un marcado periodo de lluvias, por lo que drenes y canales aumentan considerablemente su descarga de agua dulce procedentes de la sierra y los valles. Los poblados de Topolobampo, Campo Pesquero Paredones y Campo Pesquero Lázaro Cárdenas también son aportes menores de aguas negras, que desembocan en el Complejo Lagunar de Topolobampo-Ohuira (Gutiérrez-Barreras, 1999).

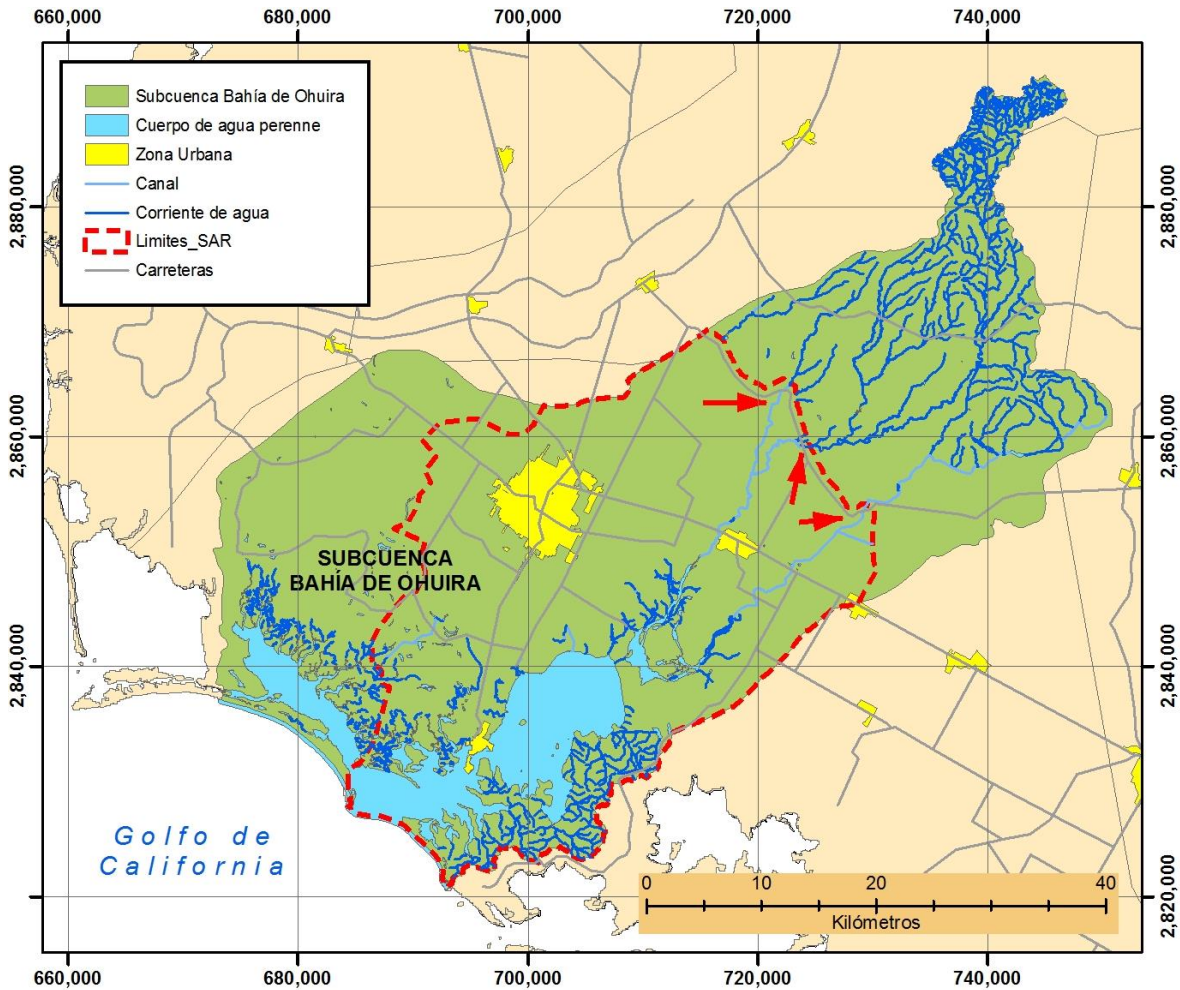


Figura IV.42. SAR y red Hidrológica de la Subcuenca B. de Ohuira.

El partaguas de la Subcuenca Bahía de Ohuira define dieciséis microcuencas cerradas, con el predio de GPO en parte de la microcuenca (e). Sus escurrimientos superficiales intermitentes y perennes desembocan directamente a la Bahía de Ohuira, que a su vez desemboca en el Golfo de California (Figura IV.43).

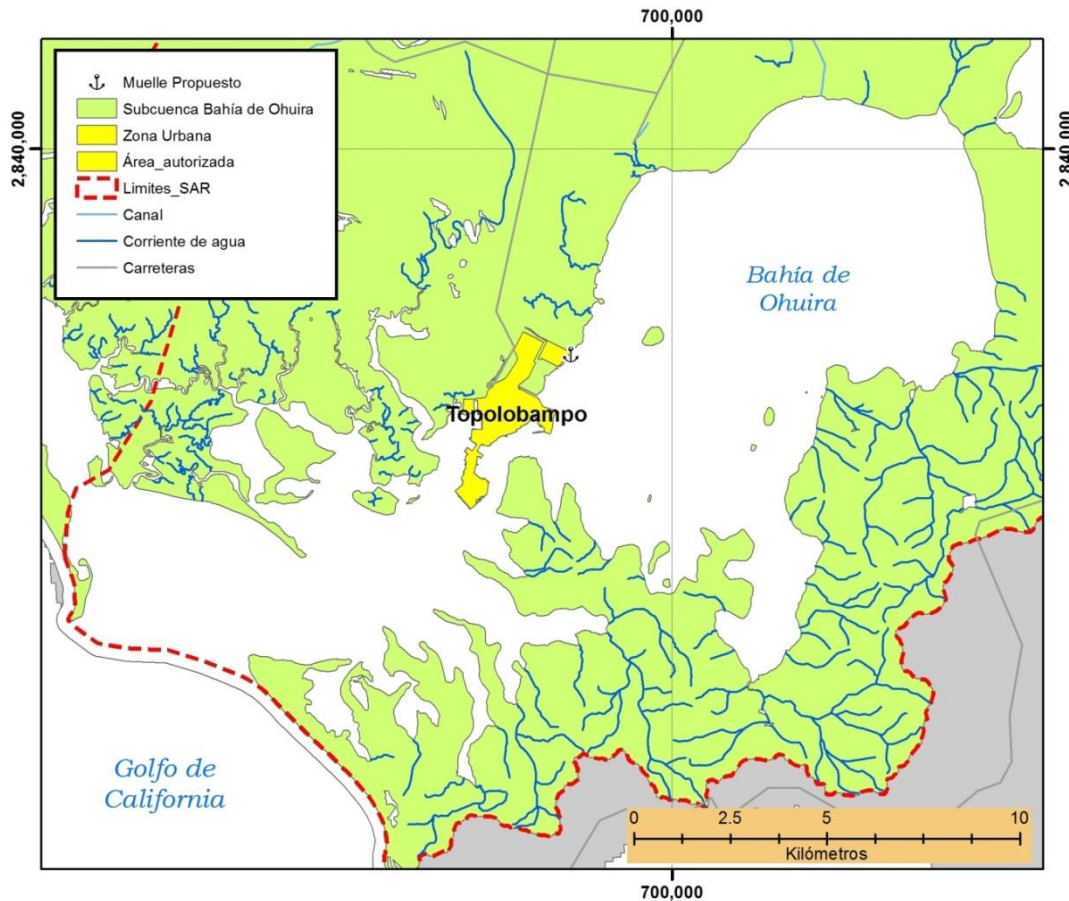


Figura IV.43. Corrientes de agua alrededor del predio de GPO y la Bahía de Ohuira.

IV.8.3. Coeficientes de Esguerrimiento.

Los aportes superficiales al sitio de estudio son escasos. Los esguerrimientos que en un principio presentan pendientes fuertes en las partes altas de las elevaciones al noreste del sitio de estudio, provenientes principalmente de los cerros El Frentón, Mochobampo y la Choya se van suavizando en la llanura costera para luego distribuirse por canales en la zona agrícola. El sistema lagunar no tiene ningún aporte continuo de agua dulce, solo existen algunos arroyos que transportan esguerrimientos durante los meses de mayor precipitación pluvial y hacen descender la salinidad del cuerpo de agua. Los pocos esguerrimientos que llegan al sitio son en su mayoría de régimen intermitente y corren perpendiculares a la línea de costa. Además del uso en la agricultura, el aprovechamiento del recurso hidráulico superficial es doméstico y para las actividades acuícolas. La Figura IV.44 presenta los gradientes de esguerrimiento en el SAR.

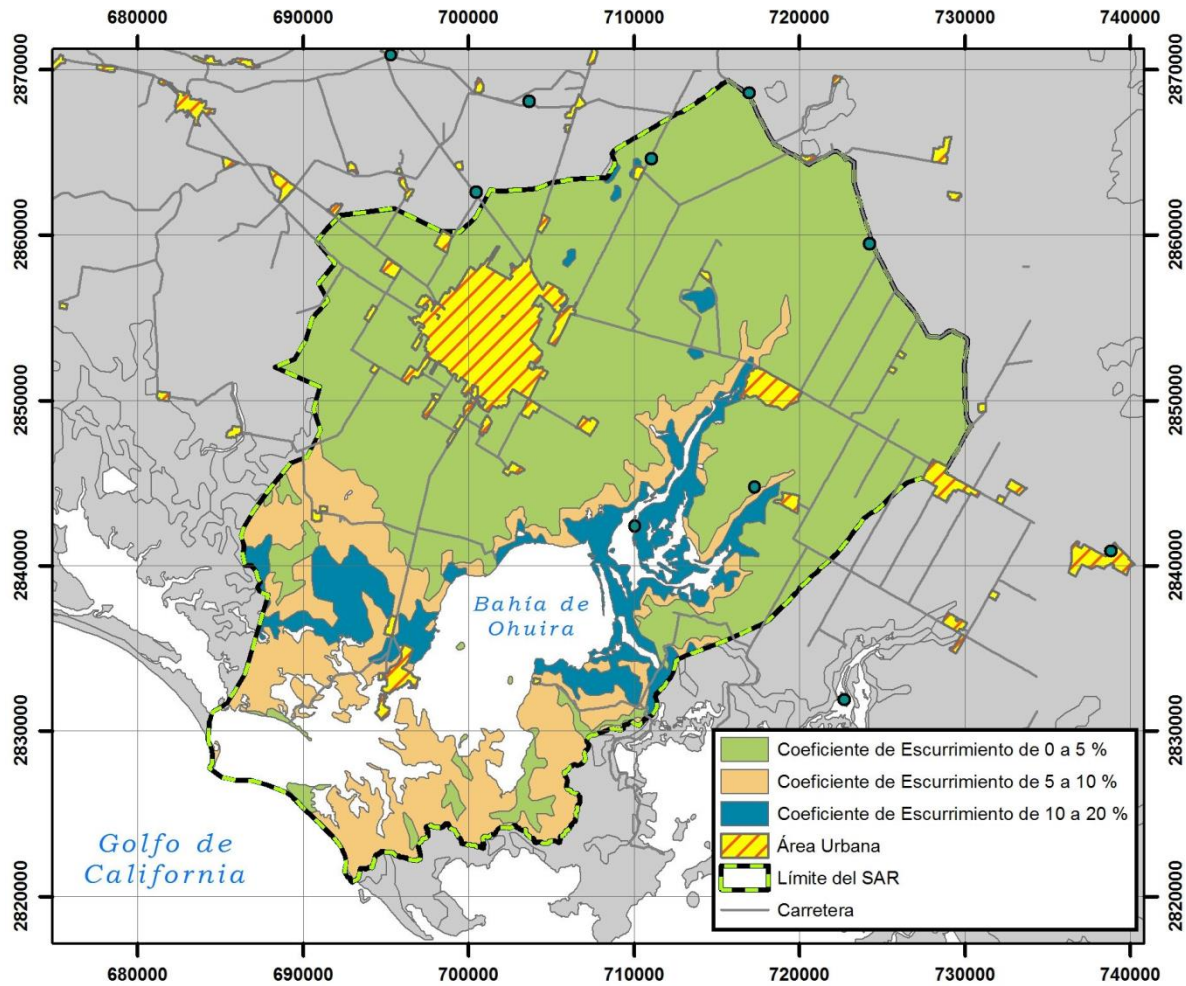


Figura IV.44. Coeficiente de escurrimiento en el SAR.

Con respecto a las unidades de escurrimiento, estas son áreas en las que el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente, a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que drena o se acumula superficialmente.

En el SAR se presentan tres rangos de escurrimiento, del 10 a 20%, que ocurre en terrenos bajos inundables y alrededor del largo estero que desemboca a la Bahía de Ohuira, del 5 al 10% es una franja de terreno rodea a las bahías de Topolobampo y Ohuira donde se localizan algunas sierras bajas; y del 0 al 5% en las zonas agrícolas que son la mayor parte del SAR.

Con respecto a la permeabilidad los suelos de origen lacustre y palustre se consideran de permeabilidad baja como sucede en algunas porciones del área de estudio, donde así mismo encontramos suelos arenosos muy sueltos con una permeabilidad alta.

IV.9.Hidrología Subterránea.

Esta sección trata sobre las características geohidrológicas del Sistema Ambiental Regional (Figura IV.45). El SAR se localiza sobre el acuífero Río Fuerte en la unidad hidrogeológica Río Fuerte, que ocupa la porción norte del Estado de Sinaloa.

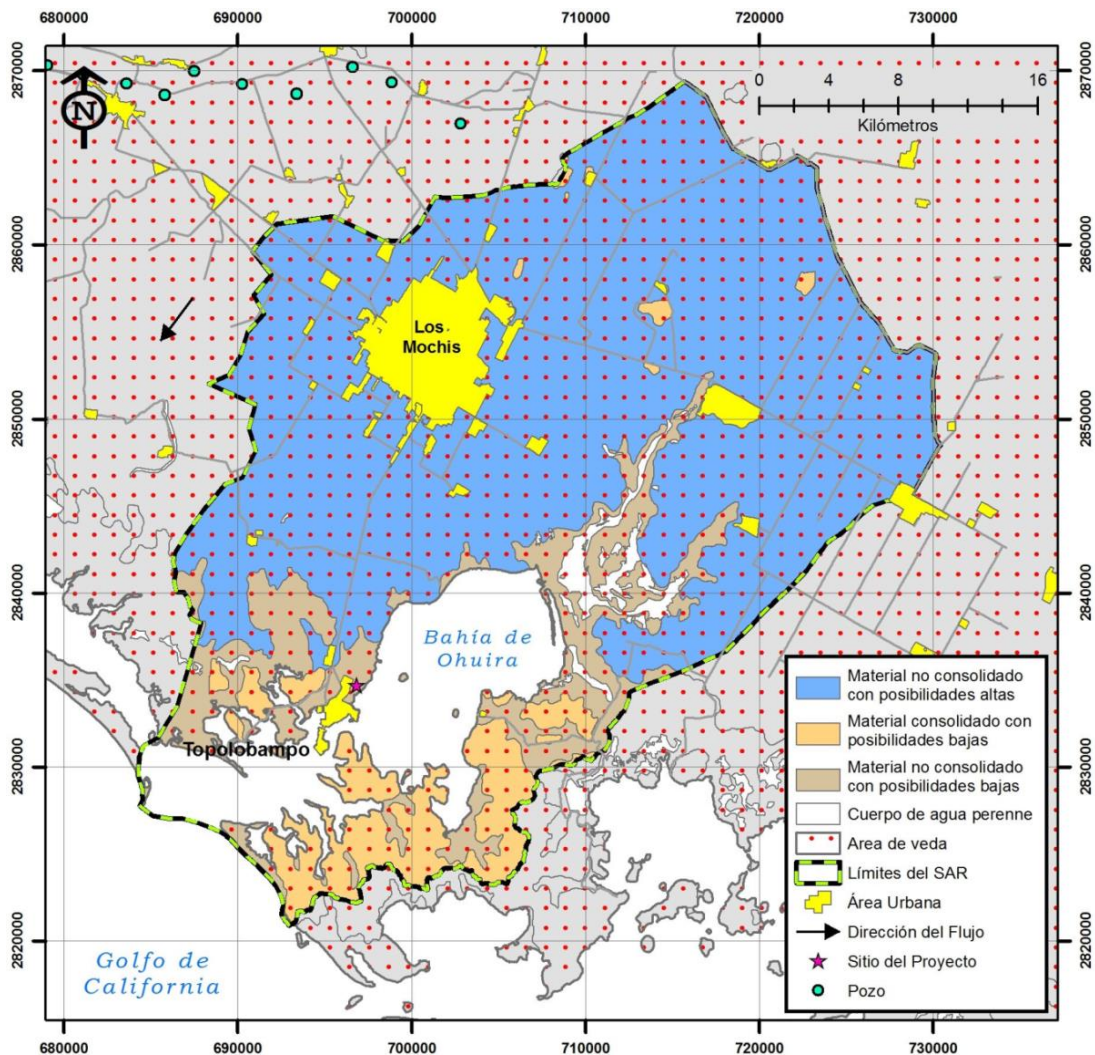


Figura IV.45. Sistema Ambiental Regional y aguas subterráneas.

Este acuífero incluye la zona de mayor explotación la planicie costera y posee una superficie estimada en aproximadamente 856.5 km². El acuífero colinda al norte y este con rocas ígneas extrusivas e intrusivas, sedimentarias y metamórficas de la Sierra Madre Occidental, que actúan como fronteras laterales y de fondo, mientras que al sur limita con la Bahía de Ohuira y al oeste con la Laguna de Agiabampo y el Golfo de California (CNA, 2000).

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río Fuerte como un acuífero libre que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la sierra madre occidental, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa.

La profundidad de los niveles estáticos varía entre 2 y 10 metros, encontrándose los niveles menos profundos en las proximidades del cauce del Río y en la planicie costera. El flujo subterráneo sigue dos direcciones predominantes; una de norte a sur en la parte alta de valle, y la otra de Este a Oeste en la zona de planicie, disminuyendo gradualmente hacia la línea de costa y el cauce del Río Fuerte, donde aflora en forma de escurrimiento superficial. La recarga anual se calculó en 85 mm³/año, de los cuales 60 mm³/año se descargan a través del Río Fuerte y los 25 mm³/año restantes, fluyen subterráneamente hacia el Golfo de California.

La recarga del acuífero es esencialmente por infiltración del cauce del río y arroyos, por la red de canales hidroagrícolas y los retornos de riego, así como el flujo horizontal subterráneo; mientras que la descarga ocurre por flujo horizontal subterráneo hacia aguas abajo de la zona en estudio, mediante extracción por bombeo, por evapotranspiración en las zonas en que los niveles del agua se mueven a profundidades menores a 5 m, y como dren del acuífero Río Fuerte, el cual se considera con un régimen permanente. Otra fuente de recarga, lo constituye la infiltración producida por las presas Miguel Hidalgo y Josefa Ortíz de Domínguez. En cuanto a las descargas, estas se realizan a través del flujo subterráneo que escapa hacia el mar, así como el caudal base que el almacenamiento subterráneo aporta al Río Fuerte en la parte baja del valle y la evapotranspiración de aguas freáticas en las áreas próximas a esa corriente. Los mecanismos de la recarga y descarga del acuífero están controlados principalmente por el funcionamiento del Río

Fuerte, el cual, drena al acuífero a lo largo del trayecto desde la estación hidrométrica Las Cañas hasta la desembocadura (CNA, 2002).

En particular, las características geohidrológicas alrededor del terreno de GPO corresponden a material no consolidado con posibilidades bajas. Esto se debe a la permeabilidad de los suelos de origen sedimentario aluviales en llanuras de inundación principalmente con depósitos limo-arenosos.

IV.10. Características Oceanográficas del SAR.

IV.10.1. Litoral.

La Bahía de Ohuira es una laguna costera que abarca una superficie de aproximadamente 125 km² y que se comunica a la Bahía de Topolobampo a través de una boca de 700 m de amplitud. Es un cuerpo somero con algunas zonas de su litoral vegetación de manglar, el cual ha ido disminuyendo su cobertura por impactos antropogénicos. La bahía se caracteriza por presentar varias ensenadas y puntas que se originan por elevaciones montañosas de la Sierra de Navachiste, en el lado sur de la laguna (Phleger y Ayala-Castañares, 1969).

En el frente marino del proyecto el litoral presenta una zona intermareal ancha, con un sustrato lodoso, que queda expuesto durante varias horas durante la marea baja (figuras IV.9.1 a IV.9.3). Enseguida se encuentra una franja de vegetación que incluye mangle y vegetación de dunas. Atrás de la franja de vegetación se extiende una gran superficie de terrenos inundables que a lo largo del año tiene prolongados periodos de desecación y en la época de lluvias se encuentra cubierta de agua por varios días.

IV.10.2. Batimetría General del Sistema.

La batimetría de las bahías de Topolobampo y Ohuira es un tanto irregular, predominando los bajos desde 0.5 hasta profundidades de 32 m en la zona del canal de navegación (Nuñez, 1991). Según Muhech (1990), la mayor parte de la bahía presenta sustratos arenosos en la zona de influencia del canal de navegación y limosos en la ensenada Las Copas y en el Estero El Verde, y solo se encuentran gravas en el estrecho que comunica Ohuira con Topolobampo hasta punta Pimán dentro de la Bahía de Topolobampo. Menciona además que la zona se cataloga como una unidad de deltas desarrollada por los ríos Fuerte y Sinaloa que rodean con material detrítico del Reciente a prominencias que rodeaban antiguas islas.

La comunicación de la Bahía de Topolobampo con el Golfo de California tiene una longitud de 3 km aproximadamente (Olivares, 1969) en donde se inicia hacia el interior un canal de navegación, utilizado por barcos de gran calado para entrar al puerto.

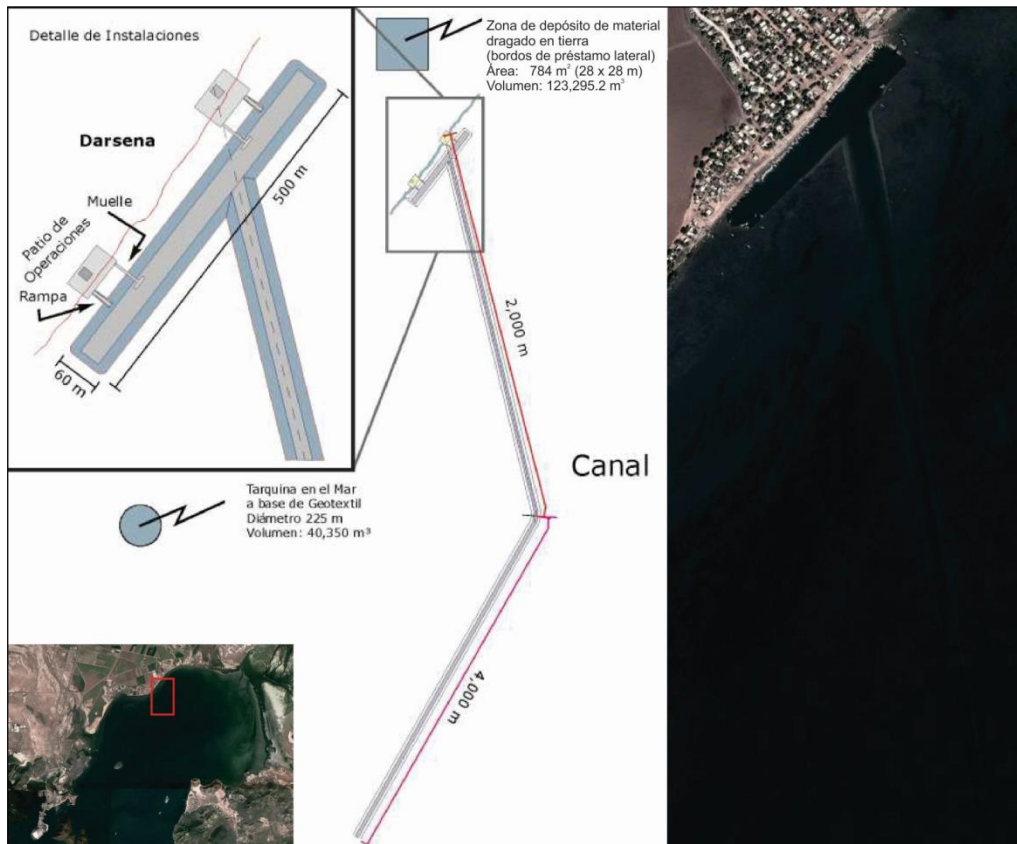


Figura IV.46. Obras de dragado realizadas en la laguna en 2005-2006.

IV.10.3. Oleaje.

El oleaje es un fenómeno producido por el viento al actuar sobre la superficie del mar. En términos generales es posible distinguir dos tipos de oleaje: local y distante. El oleaje local es aquel que se produce en la zona por vientos actuantes en el lugar y que presentan, por estar dentro de la misma zona de generación, un aspecto irregular y caótico, en cuanto a sus características fundamentales como son: el período y la amplitud.

En cambio, el oleaje distante, también llamado mar de fondo, es aquel que se produce en una zona lejana y que su misma celeridad lo desplaza con una dirección determinada, en una forma regular, con períodos bien definidos y crestas y valles redondeados. Dentro del caso del oleaje distante, se puede considerar el oleaje ciclónico, es decir, el que se produce por el efecto de un ciclón que pasa frente al sitio en estudio.

El oleaje incidente enfrente a la bahía de Topolobampo es de los dos tipos: el formado por olas largas oceánicas proviene del SW, con periodos de 15 a 20 segundos y longitud de 350 a 620 m que incide sobre la isla Copas con ángulos pequeños; y el oleaje del WNW formado por olas irregulares de características variables y periodos cortos (de 3 a 5 segundos) que se forman en el Golfo de California (Olivares-Beltrán, 1969).

La dinámica hidrológica de la zona está determinada por el efecto del viento y la marea en la mayor parte del sistema, con mayor importancia de ésta última en el Canal de San Carlos (frente al muelle de PEMEX) (Obeso et al., 1995; Escobedo-Urías, 1997).

IV.10.4. Mareas.

Los datos obtenidos en la Bahía de Topolobampo por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México por medio del mareógrafo instalado en el Muelle Municipal (25° 35.2' N y 109° 3.4' W), señalan que el tipo de mareas son mixtas semidiurno. Este tipo de mareas se caracteriza por la existencia de dos pleamares y dos bajamares cada día, una mayor que la otra.

Las mareas en este sistema tienen una amplitud media de hasta 1.138 metros, con una pleamar máxima registrada de 1.759 m respecto al nivel de bajamar media inferior. Las características de las mareas se presentan en la Tabla IV.18.

IV.10.5. Surgencias.

En la zona marina frente a la zona de estudio ocurren surgencias entre el final del invierno y la primavera. Las surgencias son un fenómeno por el que las aguas costeras profundas, ricas en nutrientes ascienden a la superficie por efecto del viento (De La Lanza, 1999). El aumento del contenido de nutrientes provoca un aumento en la biomasa del fitoplancton, lo cual atrae otros organismos. Esto hace que estas aguas sean ricas en especies de interés pesquero. En ocasiones es difícil distinguir entre el enriquecimiento del agua debido a las surgencias y la contaminación desde las zonas continentales.

Tabla IV.18. Características de la marea en la Bahía de Topolobampo.

Nivel del Mar (Respecto al Nivel de Bajamar Media Inferior)	Valor Registrado	
	Instituto de Geofísica (m)	Secretaría de Marina (m) *
Pleamar Máxima Registrada	1.759	1.900
Nivel de Pleamar Media Superior	1.138	1.142
Nivel de Pleamar Media	1.031	1.023
Nivel Medio del Mar	0.61	0.604
Nivel de Media Marea	0.614	-
Nivel de Bajamar Media	0.198	0.208
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.000	0.000
Bajamar Mínima Registrada	-0.618	-0.560 m
Tipo de Marea	Mixta Semidiurna	
Fuente: Instituto de Geofísica, 2013; Semar, 2013. * La pleamar máxima y bajamar mínima registradas obedecen al período de observaciones correspondientes a los años 2002 - 2008.		

IV.10.6. Corrientes.

La zona de estudio está influenciada por la Corriente de California y por la Contracorriente Norecuatorial del Pacífico, lo que ocasiona que a lo largo del año se presenten amplias variaciones en las condiciones hidrológicas de la bahía. Durante el invierno, predominan los vientos del oeste y noroeste y durante el verano principalmente los vientos del suroeste. El cambio en la predominancia de los vientos durante las distintas épocas del año ocasiona que la corriente litoral cambie de dirección, en el invierno se dirige hacia el sur y en el verano hacia el norte. Normalmente la velocidad de la corriente litoral varía de 0.05 a 0.9 m/s durante el año, incrementándose en la época de tormentas (Poli, 1983)

IV.10.7. Islas.

En total, en el SAR se localizan 7 islas: 6 en la Bahía de Ohuira (Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa, Mazocahui I y Mazocahui II) y 1 en Topolobampo (Isla Baviri o Maviri).

Las islas de la Bahía de Ohuira y Topolobampo están formadas por Andesita-Brecha volcánica intermedia de color claro, alteradas y deformadas, o por depósitos de origen lacustre.

IV.11. Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.

IV.11.1. Antecedentes.

La calidad del agua en el sistema Topolobampo-Ohuira-Santa María ha sido estudiada con anterioridad y la información existente indica que la calidad del ambiente se ha reducido por diversas causas, aunque la productividad pesquera se ha mantenido.

Los primeros estudios fueron realizados por la S.R.H. (1971), quienes evaluaron la influencia de los pesticidas sobre las condiciones ecológicas de la Bahía de Topolobampo y datos climatológicos de Ohuira, sin referirse a la laguna de Santa María. En 1973 realizaron otro estudio en el que se pretendió determinar las condiciones ecológicas de Bahía de Topolobampo. Durante 1975 la misma dependencia realizó un trabajo sobre aspectos físicos, químicos, bacteriológicos, medición de canales y ruta de pesticidas en la zona, pero obteniendo datos en un solo muestreo y pocos puntos en el área.

El primer trabajo sistemático sobre calidad bacteriológica fue realizado por Hernández et al., (1992, 1995) durante el periodo 90-91 en el que se determinó un mayor impacto causado por las descargas antropogénicas en las lagunas de Santa María y Ohuira. Muhech y Orozco (1994) analizaron la concentración de coliformes totales y fecales en sedimentos del sistema lagunar y su relación con la distribución granulométrica y Carbono orgánico.

En un estudio efectuado por Hernández y Escobedo (1996) se analizó la calidad del agua del sistema lagunar en el periodo 1987-1995, en el que observó un decremento en la calidad por influencia antropogénica.

Con el propósito de determinar el estado trófico del sistema lagunar y las condiciones que están influenciando la dinámica del fitoplancton en este sistema, Ayala Rodríguez (2008) realizó muestreos mensuales de variables físico-químicas y fitoplancton durante noviembre de 2004 a febrero de 2006. Los resultados de ese estudio revelaron diferentes respuestas para cada laguna, donde el estado trófico y los grupos fitoplanctónicos aparentemente estuvieron determinados por las características hidrodinámicas de cada laguna. El sistema en general presentó una limitación permanente por nitrógeno, lo que

favoreció la dominancia del nanofitoplancton. La laguna Santa María mostró los valores más altos de eutrofización, seguido de Ohuira y Topolobampo.

Tabla IV.19. Valores de calidad del agua registrados para la Bahía de Ohuira, 2008.

Variable	Min	Max	Prom
Temperatura (°C)	18.50	33.20	26.23
Salinidad (ups)	30.00	38.70	34.18
pH	7.94	8.86	8.23
Oxígeno (mg·l ⁻¹)	7.05	14.31	8.30
Sat OD	81.37	236.53	127.41
SST (mg·l ⁻¹)	18.02	240.00	82.54
MOP (mg·l ⁻¹)	5.74	42.80	15.08
NID (µM)	0.41	10.59	2.78
NO ₃ (µM)	0.03	8.57	1.08
NO ₂ (µM)	0.01	2.55	0.39
NH ₄ (µM)	0.04	4.36	1.51
PO ₄ (µM)	0.19	2.81	1.04
SiO ₃ (µM)	2.30	129.30	45.17
TRIX	5.04	6.95	6.13
Si:N	1.75	96.39	22.17
N:P	0.07	14.87	3.09
Cl a (mg·m ⁻³)	1.74	47.01	10.78
Fuente: Ayala Rodríguez, 2008.			

La bahía de Ohuira registró un estado trófico más bajo, pero los altos tiempos de residencia del agua aparentemente favorecen el desarrollo de un mayor número de cianobacterias y dinoflagelados (Ayala Rodríguez, 2008). En esta laguna se describió como notable la participación de cianobacterias que pueden fijar nitrógeno, lo que resulta ventajoso en ambientes limitados por nitrógeno al ser este grupo más competitivo que el resto de la comunidad. Se observó un menor grado de afectación en la laguna Topolobampo, la cual presenta los menores tiempos de residencia del agua y el menor grado de eutrofización, lo que refleja una menor relación con las actividades antropogénicas y una mayor respuesta a la dinámica regional estacional (Ayala Rodríguez, 2008).

En muestreos realizados en 2010 y 2011 en una estación ubicada a 109° 02' 58" O y 25° 36' 42"N, a un lado del canal de entrada de la termoeléctrica, Díaz Gaxiola (2012) reporta que la temperatura mínima medida fue de 17.8°C en enero de 2011 y la máxima fue de

29.9°C en agosto de 2010 con una media de 24.17°C con una DE \pm 4.12. El registro más bajo de salinidad fue de 28‰ durante diciembre de 2010 y el más alto fue de 40‰ en junio de 2010 y febrero de 2011 con una media de 35.61‰ y DE \pm 3.45. El valor de oxígeno disuelto más bajo se obtuvo en septiembre de 2010 con 1.31 mg/l y el más alto fue de 7.05 mg/l registrado en marzo de 2010 con media de 3.91 y DE \pm 1.79.

Entre los factores que pueden causar degradación en la calidad del agua se encuentran la gran cantidad de descargas de aguas residuales incorporadas a la zona costera, entre las que destaca las de origen agrícola, ya que la agricultura se realiza en más de 200,000 ha en la zona continental adyacente, y que vierte sus aguas residuales sin tratamiento previo.

Otras descargas también influyen en la calidad del agua del sitio, como lo son las de origen municipal y los aportes de la termoeléctrica y el muelle de PEMEX.

Como complemento a la información existente acerca de la calidad del agua en el sistema lagunar, se realizaron dos muestreos de prospección: el primero en el mes de junio de 2013 y el segundo en el mes de septiembre del mismo año. Esta información se ha utilizado para:

- Identificar si los impactos que ya hay en la zona, atribuibles a las actividades existentes en la región, han aumentado hasta crear problemas evidentes de eutrofización, como son variaciones extremas del oxígeno disuelto.
- Obtener información del sistema como distancia y tiempo de recorrido para posteriormente establecer una red de monitoreo, cuando sea necesario establecer la línea base de calidad del agua.

IV.11.2. Muestreo realizado por el CIBNOR.

El muestreo de las variables fisicoquímicas se realizó de la siguiente manera: un lance manual de sonda multiparámetros tipo RBR por estación para obtener las mediciones in situ de Temperatura (°C), Salinidad (PSU), Ph, Oxígeno Disuelto (MI/l), Clorofila-a, Densidad y Turbidez.

De manera paralela se midió la profundidad máxima de la columna de agua para determinar la profundidad a media agua. Una vez definido esto se realizaron lances con botella Van Dorn a superficie, media agua y fondo. De cada nivel muestreado se tomó una submuestra de 4 litros para formar una muestra compuesta de 12 litros de volumen final. De esta muestra compuesta homogénea se procedió a la toma de las muestras en el orden que se indica en la Tabla IV.20.

Tabla IV.20. Métodos de conservación y almacenamiento para las muestras de agua marina (Fuente: CIBNOR, 2016).

Parámetro	Volumen (mL)	Tipo de envase	Conservado
Grasas y aceites	1000	Vidrio	2 mL de HCl + hielo a 4°C
Clorofilas	1000	Plástico	En la oscuridad en hielo a 4°C
Sólidos sedimentables	1000	Plástico	Hielo a 4°C
Sólidos suspendidos totales	1000	Plástico	Hielo a 4°C
Nutrientes (nitratos y fosfatos)	1000	Plástico	Hielo a 4°C
Demanda bioquímica de oxígeno	2000	Plástico	Hielo a 4°C
Demanda química de oxígeno y fósforo	500	Plástico	2 mL H ₂ SO ₄ conc + hielo a 4°C

Para la determinación de clorofilas y nutrientes se realizó la filtración de las muestras por medio de vacío en filtros Whatman GF/F de 2.5 cm de diámetro. Tanto el filtro (en papel aluminio) como el agua filtrada (en bote de plástico de 500 mL) se almacenaron a -20 °C para su posterior análisis en el laboratorio del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. El resto de las muestras fueron tratadas conforme lo establecido en la norma correspondiente (Tabla IV.21).

Tabla IV.21. Métodos acreditados (EMA) y aprobados (CONAGUA) empleados en los análisis de muestras de agua. Se muestra también el Laboratorio que realizó el análisis (Fuente: CIBNOR, 2016).

Parámetro	Norma	Laboratorio
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013	CLARVI
Clorofilas*	Basado en el método de Jeffrey and Humphrey(1975).	CIBNOR
Sólidos sedimentables	NMX-AA-004-SCFI-2013	ASA
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-034-SCFI-2001	ASA
Nitratos	MPT-LAN01-05-10	CIBNOR
Fosfatos	MPT-LAN01-07-10	CIBNOR
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-028-SCFI-2001	CLARVI
Demanda química de oxígeno	NMX-AA-030/2-SCFI-2011	ASA
Fósforo total	NMX-AA-029-SCFI-2001	ASA
Coliformes total y fecales	NMX-AA-042-1987	CLARVI

*Para clorofilas no aplica la acreditación de EMA ni la aprobación de CONAGUA

Para las determinaciones in situ se filtró la información recabada por la sonda multi parámetros y se integró encontrando que las temperaturas registradas en la zona durante el periodo de muestreo, mostraron una variación de 1°C en el intervalo de 24.9° a 25.9°C, presentando este incremento de este a oeste (Figura. 15A). En lo que se refiera a la salinidad (Figura. 15B), se registró una variación de 2 PSU, teniendo en la boca valores de 31.7 PSU y en la parte más alejada 28.9 PSU. La concentración promedio de clorofila a en la zona, determinada de manera indirecta a través del sensor de fluorometría (Figura. 15C), presentaron el mismo patrón de distribución que la salinidad, presentando la mayor concentración en la boca y un descenso hacia el centro de la bahía con un intervalo entre 1.6 y 4.4 µg/L.

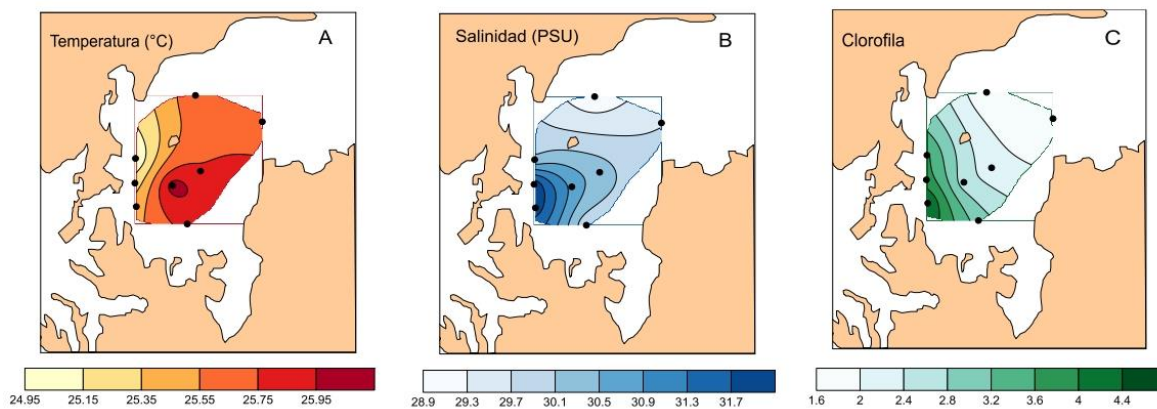


Figura IV.47. Distribución espacial temperatura (A); Salinidad (B) y Fluorescencia como indicador de Clorofila (C) en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Una de las variables físicas de mayor relevancia en las lagunas costeras es la temperatura, ya que esta afecta de manera directa o indirecta a variables tales como la tasa de evaporación, salinidad, saturación de oxígeno y una gran cantidad de procesos biogeoquímicos (Contreras-Espinoza, 1993). Para Bahía de Ohuira como para prácticamente todos los cuerpos costeros, se identifican dos temporadas a lo largo del año: una fría (noviembre a marzo) y una cálida (abril a octubre). La mayor variabilidad en el sistema lagunar se ha registrado durante abril lo que representa un periodo de transición de la temporada fría a la cálida; y en octubre cuando se presenta la transición inversa (Ayala-Rodríguez, 2008). La mayor parte de la variabilidad anual de temperatura en Bahía de Ohuira se asocia que es muy somera, favoreciendo marcadas variaciones de calentamiento o enfriamiento de la columna de agua en tiempo relativamente corto; y por

lo tanto una respuesta rápida a los cambios estacionales de la irradiación solar (Morales-Soto et al., 2000).

En lo que respecta a la salinidad para Bahía de Ohuira Ayala-Rodríguez (2008) reporta un comportamiento de estuario positivo y menciona que durante el periodo de invierno-primavera se aprecia la influencia de las aguas residuales asociadas a las tareas de fertilización-irrigación, por lo que a pesar de ser una laguna somera se observan durante este periodo los valores más bajos de salinidad de todo el sistema con concentraciones debajo de las 35 ups, lo cual concuerda con lo observado en este estudio.

Ambas variables en conjunto con otros factores como la condición reportada en la literatura del vertimiento de aguas residuales asociadas a las tareas de fertilización-irrigación juegan un papel importante en la sucesión estacional de las comunidades fitoplanctónicas que puede traducirse en cambios de concentración de clorofila a, que suelen ser altas en este periodo.

El oxígeno disuelto (mg/L) mostró un núcleo de mayor concentración parte central del área prospectada, con valores bajos cercanos a la costa (Figura IV.48 A). Mientras que la variabilidad del pH fue mínima (7.23-7.38) pero mantuvo el patrón observado con el oxígeno disuelto, presentando un núcleo en la parte central y en los extremos un baja en los valores (Figura IV.48 B).

Con respecto a la densidad se observó una distribución de la concentración de sur a norte, teniendo mayores valores cercanos a la boca de la bahía y menores a medida que se internaba en la bahía (Figura IV.48 C). Finalmente para turbidez que mide la falta de transparencia del agua debida a la presencia de partículas en suspensión y que es considerada una buena medida de la calidad del agua ya que cuanto más turbia, menor será su calidad, se observó que este parámetro fue el que presentó mayor variación de 6 a 17 (NTU; Unidades de Turbidez Nefelométricas), teniendo que la mayor concentración se registró aledaña a la zona de inundación, la cual fue decreciendo hacia el centro y mostrando un ligero incremento hacia la zona de canales (Figura IV.48 D).

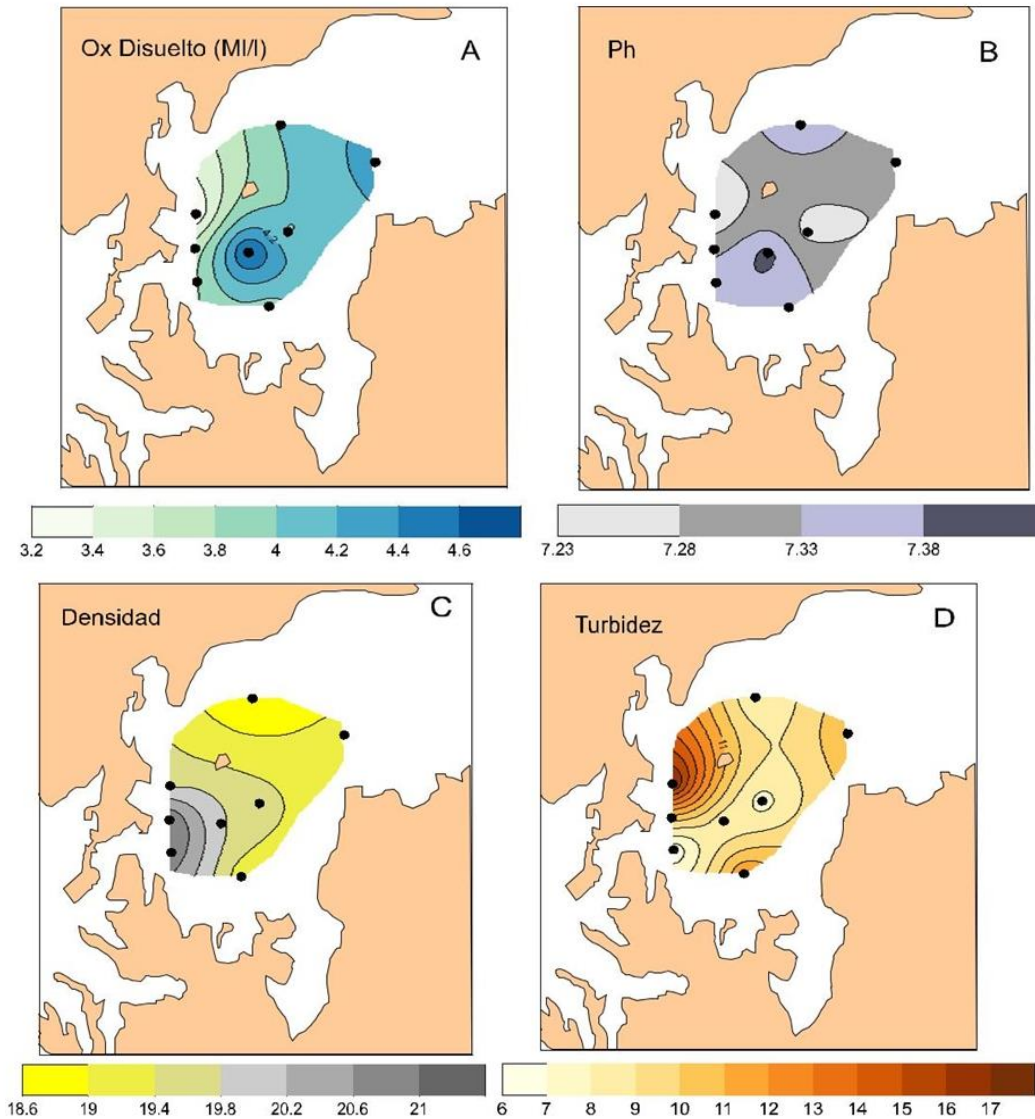


Figura IV.48. Distribución espacial de Oxígeno disuelto (A); pH(B); Densidad (C) y Turbidez (D) en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

No existen estándares nacionales para la turbidez que deben de presentar los cuerpos de agua costeros (como es el caso de la Laguna de Ohuira), no obstante, los valores promedio se encuentran dentro de los intervalos reportados para otros cuerpos de agua costeros (Betanzos-Vega et al., 2011).

En la Tabla IV.22 se muestran los resultados de las variables cuantificadas para las muestras compuestas tomadas de la columna de cada estación de muestreo. Algunas variables son reportadas como menores al límite mínimo de cuantificación del método. Y en la Tabla IV.23 se contrastan los resultados de las muestras compuestas obtenidas en

la columna de agua contra la NOM 001 y los criterios de la norma CE-CCA-001/89. Es importante señalar que para algunas variables ambas normas no contemplan ciertos parámetros y por ello se indica como NA o ND. (No Aplica y No Determinado). PM (Promedio Mensual) y PD (Promedio Diario). Todos los detalles y comprobantes de los resultados de las determinaciones en laboratorio se adjuntan al presente documento. Favor de consultar el Anexo CLARVI para Grasas y Aceites, DBO y Coliformes; Anexo SULSA CIBNOR para Nitratos y Fosfatos; Anexo ASA para Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, DQO y Fósforo total.

Tabla IV.22. Resultados de los análisis realizados en las muestras de agua tomadas en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016, para determinar su calidad (Fuente: CIBNOR, 2016).

Estación	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ ⁻³ (mg/L)	PT (mg/L)	S.Sed (mg/L)	SST (mg/L)	GyA (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Colifor- mes (NMP/100mL)	Colifor- mes (NMP/100mL)	Chla (mg/m ³)
CIB2	0.103	0.065	<0.30	<0.10	42.0	<5.0	92.0	<4.0	<3.0	<3.0	10.18
CIB3	0.038	0.045	<0.30	<0.10	18.0	<5.0	84.0	<4.0	28	150	7.66
CIB4	<0.006	0.046	<0.30	<0.10	32.7	<5.0	96.0	<4.0	<3.0	<3.0	9.73
CIB5	<0.006	0.014	<0.30	<0.10	25.0	<5.0	90.0	<4.0	<3.0	<3.0	7.57
CIB6	0.042	0.026	<0.30	<0.10	15.0	<5.0	88.0	<4.0	3.6	9.1	6.58
CIB7	0.439	0.197	<0.30	<0.10	19.2	<5.0	86.0	<4.0	<3.0	<3.0	5.03
CIB8	0.053	0.163	<0.30	<0.10	13.0	<5.0	98.0	<4.0	<3.0	<3.0	5.00
CIB9	0.027	0.018	<0.30	<0.10	12.0	<5.0	84.0	<4.0	<3.0	<3.0	8.59

Tabla IV.23. Tabla comparativa de los valores observados vs valores reportados en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes (Fuente: CIBNOR, 2016).

Parámetro	CE- CCA- 001/89	NOM-01- SEMARNAT -1996	CIB2	CIB3	CIB4	CIB5	CIB6	CIB7	CIB8	CIB9
Grasas y Aceites (mg/L)	ND	15 (PM) 25 (PD)	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Sólidos sedimentables (mL/L)	ND	1 (PM) 2 (PD)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sólidos suspendidos totales(mg/L)	ND	150 (PM) 200 (PD)	42.0	18.0	32.7	25.0	15.0	19.2	13.0	12.0
Nitratos(mg/L)	0.040	ND	0.103	0.038	<0.006	<0.006	0.042	0.439	0.053	0.027
Fosfatos (mg/L)	0.002	ND	0.065	0.045	0.046	0.014	0.026	0.197	0.163	0.018
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	ND	150 (PM) 200 (PD)	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
Demanda química de oxígeno (mg/L)	ND	ND	92.0	84.0	96.0	90.0	88.0	86.0	98.0	84.0
Fosforo total (mg/L)	ND	NA	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Coliformes Fecales (NMP)	ND	1000 (PM) 2000 (PD)	<3.0	28.0	<3.0	<3.0	3.6	<3.0	<3.0	<3.0
Coliformes Totales (NMP)	ND	ND	<3.0	150.0	<3.0	<3.0	9.1	<3.0	<3.0	<3.0

Grasas y aceites. Respecto a la variable grasas y aceites la norma oficial que regula las concentraciones de contaminantes que se vierten en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) tiene declarado (para aguas costeras) que los límites máximos permisibles deberán estar dentro del intervalo de 15 a 25 mg/L de GyA. En el caso de aguas costeras para recreación, explotación pesquera, navegación y otros usos esta misma norma manifiesta intervalos de 15 a 25 mg/L de GyA. Los resultados encontrados en la Laguna Ohuira están por abajo de los 5 mg/L de acuerdo a lo reportado en el análisis y por lo tanto se encuentran dentro de los límites que marca esta norma.

Sólidos sedimentables. Con respecto a los Sólidos Sedimentables (SSed), la norma oficial que regula las concentraciones de contaminantes que se vierten en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) tiene declarado (para aguas costeras) que los límites máximos permisibles deberán estar dentro del intervalo de 1 a 2 mg/L de SSed en el caso de estuarios. En el caso de aguas costeras para recreación, explotación pesquera, navegación y otros usos esta misma norma manifiesta intervalos de 1 a 2 mg/L de SSed. Los resultados encontrados en la Laguna Ohuira están por debajo de un mg/L (1 a 2 mg/L) de acuerdo a lo reportado en el análisis y por lo tanto se encuentran dentro de los límites que marca la NOM-001.

Sólidos suspendidos totales. En la Figura IV.49 se muestra la distribución espacial de los datos de SST encontrados en el muestreo realizado en Laguna Ohuira. Se observa que la mayor concentración de SST se encontró en la estación CIB2. En la figura se observa que la concentración de SST es más baja en las estaciones CIB 6, CIB7, CIB8 y CIB9.

La norma oficial que regula las concentraciones de contaminantes que se vierten en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) tiene declarado (para aguas costeras) que los límites máximos permisibles deberán estar dentro del intervalo de 75 a 125 mg/L de SST en el caso de estuarios. En el caso de aguas costeras para recreación, explotación pesquera, navegación y otros usos esta misma norma manifiesta intervalos de 75 a 200 mg/L de SST. Los resultados encontrados en la Laguna Ohuira se encuentran dentro de los límites que marca la NOM-001.



Figura IV.49. Comportamiento de la concentración de Sólidos Suspendedos Totales en las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Nitratos y Fosfatos. Con respecto a nitratos y fosfatos la concentración más alta se encontró en las estaciones CIB2, CIB7 y CIB8 como se observa en la Figura IV.50. Las estaciones CIB4 y CIB5 presentaron muy baja concentración de nitrato ($<0.100 \mu\text{M}$).

Con base en la información bibliográfica, encontramos que los nitratos se encuentran en mayor concentración principalmente durante los meses cálidos en Santa María y Topolobampo, mientras que en Ohuira llegó a ser mayor su contribución durante los meses fríos, alcanzando el valor máximo de $8.57 \mu\text{M}$ en noviembre de 2005. En general en lagunas costeras la concentración de nitrato típica oscila alrededor de $1 \mu\text{M}$ (Ayala-Rodríguez, 2008).

El fosfato dentro de las concentraciones que se manejan en sistemas costeros presentó apta concentración para la proliferación del fitoplancton (productividad primaria). En las estaciones CIB7 y CIB8 se encontraron los valores más altos tanto de nitrato como de fosfato.

Las mayores concentraciones de fosfato en el sistema lagunar se presentan durante los meses cálidos. Los valores promedio agrupando meses cálidos y fríos se presentan más altos principalmente en los meses cálidos con promedios por lagunas de 2.22, 1.20 y $1.15 \mu\text{M}$ para Santa María, Topolobampo y Ohuira, respectivamente). Estos datos coinciden con lo encontrado en el muestreo realizado en este estudio.

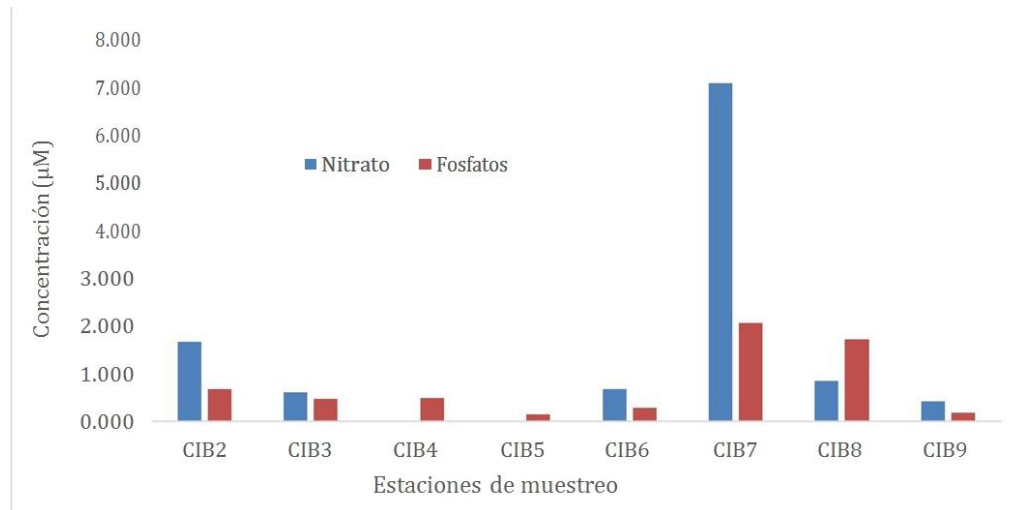


Figura IV.50. Concentración de los nitratos y fosfatos en el muestreo en la Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Demanda química de oxígeno. En la Figura IV.51 se muestran los resultados del análisis de la demanda química de oxígeno (DQO), como se observa hay un comportamiento promedio homogéneo. La norma oficial que regula las concentraciones de contaminantes que se vierten en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) tiene declarado (para aguas costeras) que los límites máximos permisibles deberán estar dentro del intervalo de 75 a 150 mg/L de DBO en el caso de estuarios. En el caso de aguas costeras para recreación, explotación pesquera, navegación y otros usos esta misma norma manifiesta intervalos de 75 a 200 mg/L de DBO. Los resultados encontrados en el parámetro DBO en la Laguna Ohuira se encuentran dentro de los límites que marca la NOM-001 ya que presentaron valores menores a 4 mg/L DBO.

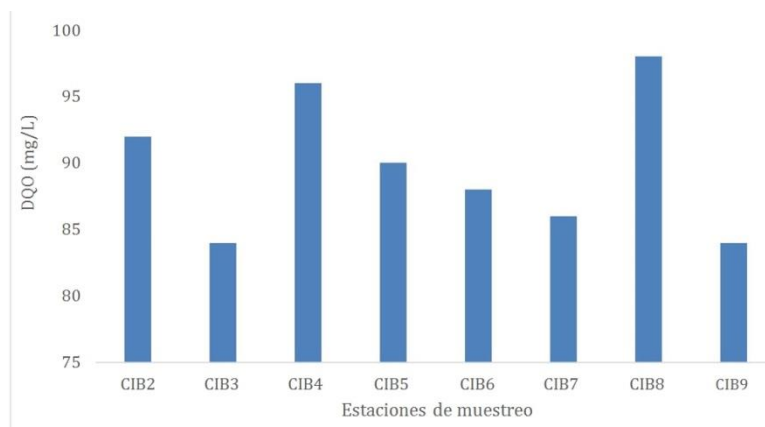


Figura IV.51. Demanda Química de Oxígeno por estación de muestreo en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Fósforo total. Por su parte las concentraciones de fósforo total (PT) en la columna de agua se reportan como menores al límite mínimo de cuantificación del método acreditado por el laboratorio (<0.300 mg/L de PT, ver Tabla IV.22), es decir que la concentración de fósforo total es menor a 0.300 en todas las estaciones. La norma oficial que regula las concentraciones de contaminantes que se vierten en aguas y bienes nacionales (NOM-001-SEMARNAT-1996) tiene declarado (para aguas costeras) que los límites máximos permisibles deberán estar dentro del intervalo de 5 a 10 mg/L de PT en el caso de estuarios. En el caso de aguas costeras para recreación, explotación pesquera, navegación y otros usos esta misma norma manifiesta que no es aplicable. A su vez estos resultados se encuentran muy por abajo de los límites aceptados en otro tipo de ambientes como las aguas de ríos y embalses según esta misma NOM.

Coliformes fecales y totales. De acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 para determinar la contaminación por patógenos se toma como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible que establece esta NOM para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente. Como se observa en la Figura IV.52 sólo en las estaciones CIB3 y CIB6 se encontró presencia de coliformes fecales y totales, en ambas estaciones dichas concentraciones están muy por debajo de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

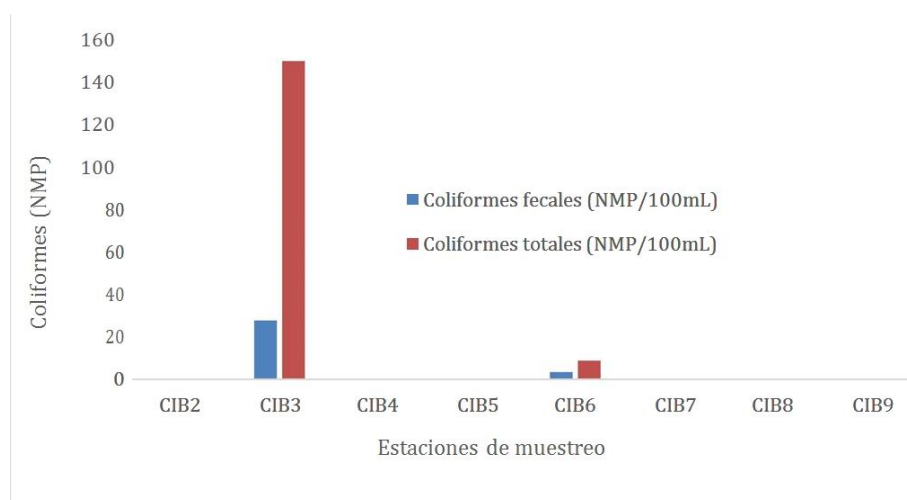


Figura IV.52. Coliformes totales y fecales en la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Clorofila a. Durante el estudio, la clorofila a presentó un intervalo de variación en la Laguna Ohuira entre 5.00 y 10.18 mg/m³. Se observa en la Figura IV.53 que en las estaciones CIB7 y CIB8 se presentó la concentración de clorofila a más baja respecto al resto de las estaciones. Las estaciones CIB2, CIB4 y CIB9 presentaron la más alta concentración con 10.18, 9.73 y 8.59 mg/m³, respectivamente.

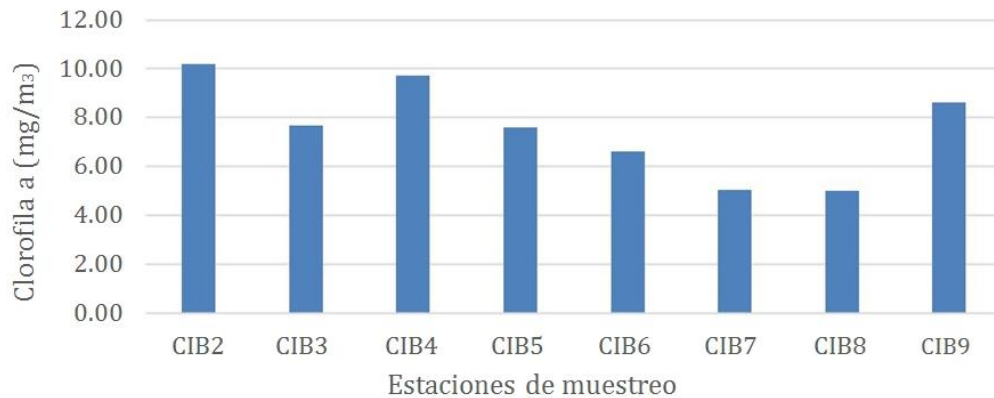


Figura IV.53. Comportamiento de la concentración de clorofila a obtenidas en las estaciones de muestreo determinadas para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

En general las condiciones fisicoquímicas de la calidad del agua en la laguna encontradas a partir de estos datos se encontraron dentro de los límites que establecen las normas ambientales mexicanas, no obstante, es importante conocer el comportamiento en el dominio temporal de dicha información. En ese sentido, con base en los atributos de la calidad del agua medidos de manera sistemática durante noviembre de 2004 a febrero de 2006 en todo el sistema lagunar Topolobampo-Santa María-Ohuira, Ayala-Rodríguez (2008) reporta una alta heterogeneidad espacio-temporal entre diversas variables, de las cuales probablemente el caso del Nitrógeno inorgánico sea uno de los más acentuados. Para esta variable se registraron los valores más altos en la laguna Santa María, principalmente en los meses de invierno-primavera. Los niveles medidos para la suma de los componentes del Nitrógeno inorgánico durante ese estudio, son dos veces más altos comparados con los reportados por Escobedo-Urías (1997) una década atrás, quien a su vez menciona un incremento sustancial en las concentraciones de este componente con respecto a trabajos anteriores (Hernández et al., 1992) realizados en el mismo sistema. Escobedo-Urías (1997) menciona que los valores más altos encontrados, se relacionaron con las descargas de aguas de origen doméstico, industrial y agrícola a través de una red de drenes que descargan en el sistema lagunar. El mismo autor caracterizó el estado

tráfico de todo el sistema, encontrando que en términos generales, las tres lagunas presentan valores por arriba de las 5 y 6 unidades TRIX¹⁰, siendo la laguna Santa María, la que presenta los valores mayores correspondientes al nivel trófico más alto (arriba de 6 unidades), seguido de Ohuira y por último de Topolobampo, concluyendo que el sistema tiene un estado de calidad de agua pobre, con características de moderadas a altamente productivas. El índice trófico TRIX tiene valores entre 0 y 10 unidades, que representan una variedad de situaciones tróficas con una resolución muy fina, relacionadas con un ambiente costero desde condiciones oligotróficas a eutróficas. Valores cercanos a 10 indican una fuerte eutrofización, caracterizados por altas concentraciones de DIN, fosfatos y clorofila a, además de una baja en el contenido de oxígeno, mientras que, cuando los valores del índice se aproximan a 0, indican aguas con bajo impacto antropogénico (Damar, 2003).

IV.11.3. Tamaño de la partícula en la columna de agua.

Se analizaron las muestras de agua de superficie y media columna con la finalidad de determinar el tamaño y la concentración de las partículas en suspensión, el tamaño de la partícula osciló entre 2.27 y 1167.73 micras (μm), debido al amplio intervalo de tamaño se utilizó una regla de Sturges para agrupar en clases, obteniendo siete clases en total. Para las estaciones E1 y E4 únicamente se encontraron partículas entre las 2 y 334 μm que corresponden a las dos primeras clases; mientras que para las estaciones E2 y E3 se encontraron en todas las clases señaladas. Como se puede apreciar en todos los casos se mantiene el patrón de máximo porcentaje de partículas más pequeñas (dos primeras clases) tanto en superficie como en media agua, en la estación E2 se observan pequeños porcentajes (<11%) del resto de las clases únicamente en las muestras de media agua y en la estación E3 se observan porcentajes similares en todas las clases, con excepción de las dos primeras que sigue el patrón del resto de las estaciones (Figura IV.54)

La granulometría en la zona de estudio, al igual como ha sido observada en otras zonas de lagunas con canales, presentó una asociación inversa con la concentración de materia orgánica ya que las mayores concentraciones de materia orgánica suelen estar asociadas a sedimento fino de tipo limo-arcilloso, mientras que la zona con bajas concentraciones de

¹⁰ Unidades del Índice del estado trófico (Vollenweider *et al*, 1998).

componentes orgánicos está asociada a sedimento arenoso como fue este caso. Este efecto se ve favorecido por el efecto de lavado derivado de la corriente presente en el sistema ya que, la zona en la que estuvieran ubicadas las cuatro estaciones de muestreo están influenciadas por la corriente del canal principal que conecta a Bahía de Ohuira con Bahía de Topolobampo, en donde se registran los máximos valores de velocidad de corriente, particularmente de marea (1.0 m/s; Montaño-Ley et al., 2007), mientras que las velocidades menores se observan hacia el interior de la bahía mucho más somera y con tasas más altas de depositación del material suspendido.

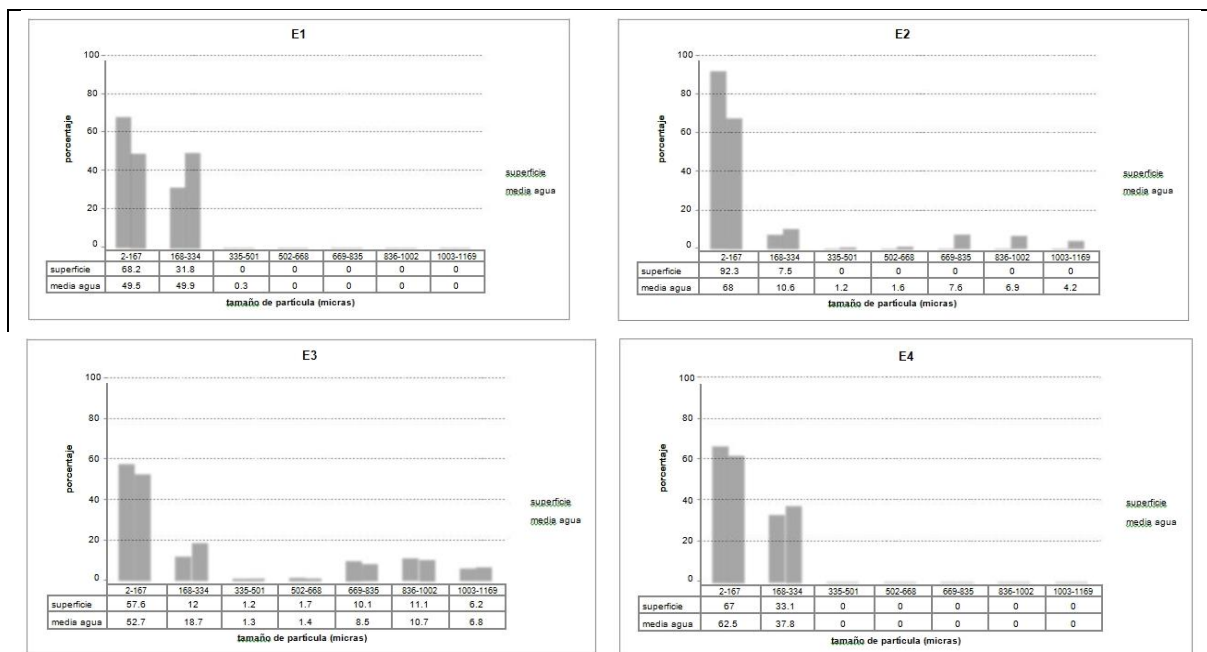


Figura IV.54. Tamaño de las partículas suspendidas en superficie y media agua en Bahía de Ohuira durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

IV.12. Biodiversidad (Flora).

IV.12.1. Características Generales.

El área del SAR tiene una cobertura vegetal formada por varias comunidades y diferentes condiciones de uso. Las comunidades vegetales originales fueron matorrales sarcocaule y sarco-crasicaule, manglar y vegetación halófila propia de humedales. Esta vegetación ha sido eliminada en grandes extensiones y sustituida por urbanizaciones, vegetación secundaria, pastizal cultivado y áreas dedicadas a la agricultura.

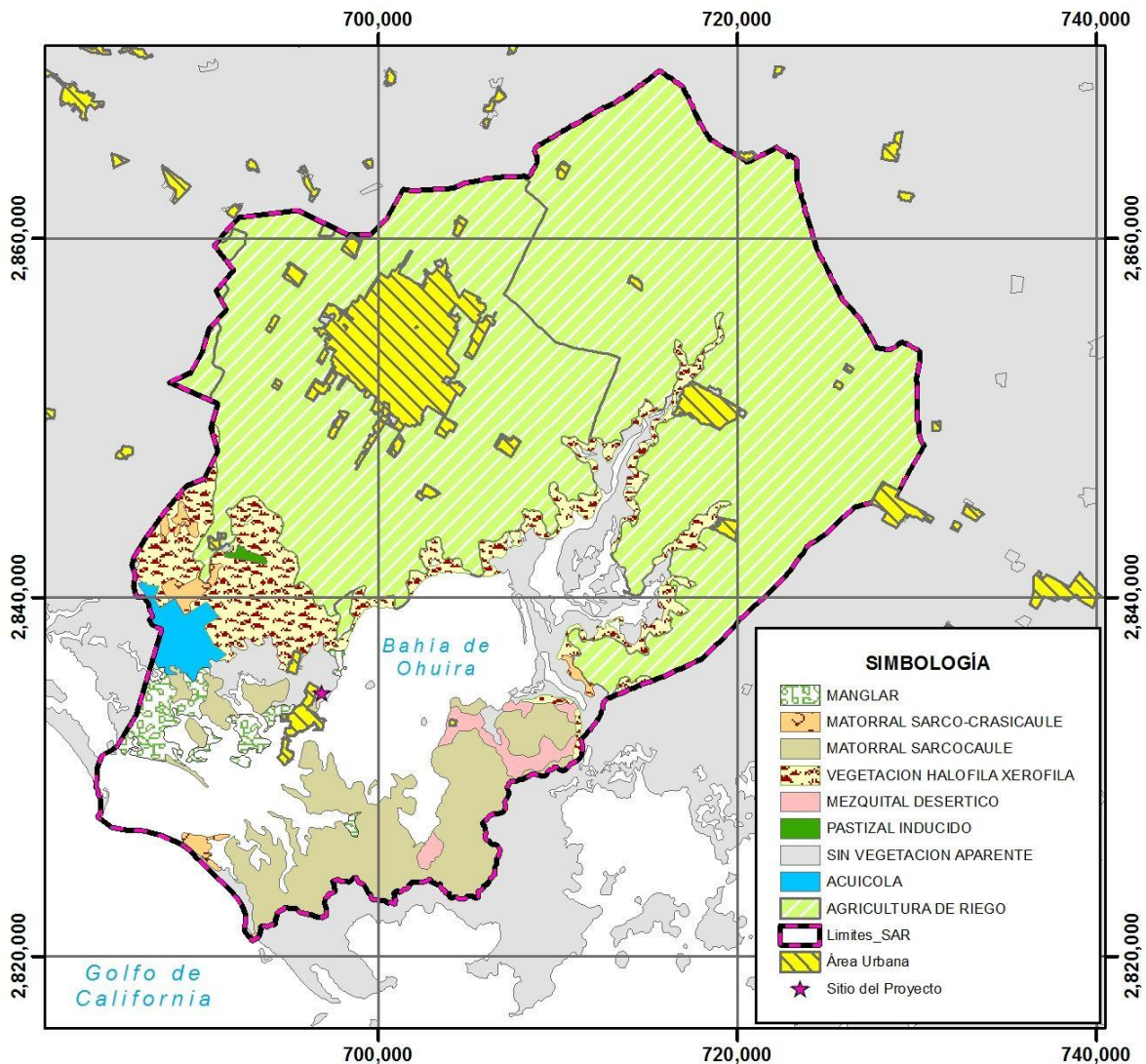


Figura IV.55. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.

Los tipos de vegetación con mayor cobertura en el SAR los de tipo inducido (cultivos) y el matorral sarcocaulé (Tabla IV.24). Además, existen el manglar, vegetación halófila xerófila, matorral sarcocrasicaule y áreas con vegetación secundaria. Entre las especies abundantes están el mezquite (*Prosopis juliflora*), utilizado como leña y forraje para el ganado, el cardón (*Pachycereus pecten-aborigenum*) el cual se utiliza para curar heridas leves. Asimismo abunda el Maguey (*Agave angustifolia*) de flores comestibles, el Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) para extracción de tinta natural, como poste de viviendas y leña, el Copal (*Bursera laxiflora*) cuya resina es medicinal, el Palo colorado (*Caesalpinia platyloba*) utilizado para construcción de corrales, la Brea (*Cercidium praecox*) empleado como leña, la Pitaya (*Stenocereus thurberi*), la Sina (*Stenocereus alamosensis*) y la Aguama (*Bromelia pinguin*) de abundantes frutos comestibles, el Nopal (*Opuntia wilcoxii*) que se consume como verdura tierna, la biznaga (*Ferocactus herrerae*) empleado para elaborar dulce (acitrón), el Bledo (*Amaranthus palmeri*) que se utiliza como alimento de cerdos y vacas, y la saya (*Amoreuxia palmatifida*) cuyo rizoma tuberoso es comestible. Entre los elementos más importantes del Manglar están el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle cenizo (*Avicennia germinans*) y el puyequé (*Laguncularia racemosa*), cuya madera se empleaba en construcciones rústicas.

Tabla IV.24. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.

Clave	Tipo de Vegetación	Área (km ²)	Porcentaje
IAPF	Agrícola-Pecuaria-Forestal	752.98	58.19
MSC	Matorral Sarcocaulé	101.60	7.85
VHXe	Vegetación Halófila Xerófila	90.23	6.97
VM	Manglar	20.21	1.56
MKX	Mezquital Desértico	9.60	0.74
VSa/MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule con veg. secundaria	5.49	0.42
MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule	3.11	0.24
VSa/MSC	Matorral Sarcocaulé con veg. secundaria	2.65	0.20
VSa/MKX	Mezquital Desértico con veg. secundaria	1.72	0.13
PI	Pastizal Inducido	1.31	0.10
DV	Sin Vegetación Aparente	60.13	4.65
AH	No Aplicable	14.63	1.13
H ₂ O	Cuerpos de Agua	188.42	14.56
Loc-u	Localidad urbana	41.90	3.24
		1293.98	100

IV.12.2. Tipos de Vegetación del SAR.

- **Área agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF).** Área en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas, ganadería o explotaciones forestales. Las áreas agrícolas se clasifican de acuerdo con la forma en que los cultivos reciben el agua durante el ciclo agrícola.
 - * *Agricultura de humedad:* Los cultivos aprovechan la humedad residual del suelo en zonas inundables al final de la época de lluvias, o antes de ésta.
 - * *Agricultura de temporal:* Los cultivos reciben únicamente agua de lluvia.
- **Vegetación Halófila Xerófila (VHx).** Esta comunidad vegetal arbustiva o herbácea es característica de los suelos salinos, la cual tiene pocos requerimientos de humedad y gran resistencia a la insolación y altas temperaturas. La vegetación existente es de altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Presentan una gran variabilidad florística y ecológica lo que favorece su diversidad.
- **Manglar (VM).** Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m., pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presentan los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófilas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo o colorado (*Rhizophora mangle*), mangle negro o puyequé, (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Ecológicamente, la importancia radica en su capacidad purificadora de agua, en su facultad como formador de suelo, sirven como estabilizador de la erosión hídrica y protección de fenómenos climáticos (De la Lanza Espino, 1994), así como en su función como zona de anidación y reproducción de aves terrestres (palomas, zanates, chicuras, queleles, zopilotes, águila negra, martín pescador, cocochitas, cenizotes,

entre otras) y acuáticas (garzas, garcetas, joaquinas, pichines) y descanso de aves migratorias (mirlo de hombro rojo, pato cucharón, tildios, ibis spp, etc.). Así representa un hábitat primordial y área de reproducción para una gran diversidad de organismos acuáticos y terrestres, entre los cuales se encuentran muchos de importancia comercial.

Adicionalmente, los manglares y marismas, junto con playas y dunas, juegan un papel importante como zonas de amortiguamiento contra las inundaciones y la erosión provocada por los huracanes y tormentas tropicales (Flores Verdugo et al., 2001), funcionando como vasos reguladores de las inundaciones en época de lluvias y como aportadores de agua durante el estío. Por lo tanto, constituyen un acervo genético fundamental para una comunidad diversa de flora y fauna que son importantes como patrimonio de la región, lo cual incrementa su valor científico, turístico y educativo (Yañez Arancibia y Lara Domínguez, 1999).

El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto. Una planta de mangle tarda de 50 a 100 años en llegar a su pleno desarrollo.

- **Vegetación Secundaria (VSa).** Estado sucesional de la vegetación. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.
- **Mezquital Desértico (MKX).** Los mezquites desérticos, tienen una raíz larga que utilizan para localizar la humedad suficiente para mantenerlos vivos. Esta característica les permite sobrevivir a las sequías. Hay casos registrados de raíces primarias de mezquite que alcanzan una profundidad de casi 200 pies (61 m) de profundidad en el suelo. Las raíces del mezquite se pueden regenerar si el árbol es cortado por encima, por lo que el mezquite es un árbol difícil de eliminar.

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas y tienen de 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo verdoso y están agrupadas en racimos que miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehisciente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas.

La importancia del mezquite en la producción forestal se debe a que su madera es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, pisos y artesanías, y excelente como leña y carbón; los mezquites son fuente de forraje y apoyo en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial. Desde el punto de vista ecológico, los mezquiales son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje.

- **Matorral Sarcocaulle (MSC).** Comunidad vegetal arbustiva o herbácea, con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Se caracterizan por presentar una gran variabilidad florística y ecológica, lo que favorece su diversidad en el país y por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, algunos de corteza papirácea. Se presentan sobre terrenos rocosos y suelos delgados.
- **Matorral Sarco-Crasicaule (MSCC).** Comunidad vegetal que se caracteriza por la presencia de gran número de formas de vida o biotipos, destacando entre ellas las especies sarcocaulle y crasicaule, es decir, plantas carnosas de tallo grueso, por lo general de gran talla, con forma de candelabro. Este tipo de vegetación se desarrolla principalmente, sobre terrenos ondulados con afloramientos de material granítico, en aluviones de origen diverso, es decir, en suelos formados por el depósito de sedimentos que acarrearán las aguas superficiales.

- **Pastizal Inducido (PI).** Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

- **Vegetación Ruderal (VR).** Comunidades vegetales que se desarrollan en espacios intensamente humanizados y alterados. Son características de los alrededores de las habitaciones humanas, orillas de caminos, vías de ferrocarril, basureros, lugares sin cultivar y hábitats similares. En el presente trabajo se distinguen de las áreas de vegetación secundaria debido a que se desarrolla en áreas de infraestructura donde anteriormente no existía ninguna vegetación. La cobertura de este tipo de vegetación es muy baja, por lo que no aparece representada en la cartografía del SAR.
- **Sin Vegetación Aparente (SVA).** Se incluyen bajo este rubro los eriales, depósito de litorales, jales, dunas y bancos de ríos que se encuentran desprovistos de vegetación o que está no es aparente y por ende no se le puede considerar bajo alguno de los conceptos de vegetación antes señalados.

A pesar de que la construcción de la terminal no afectará ningún tipo de vegetación en la zona terrestre, para realizar la descripción completa del SAR, se realizaron muestreos para la estimación de la diversidad de los tipos de vegetación cercanos al área del proyecto los cuales son vegetación halófila xerófila y matorral sarcocaulé, estos muestreos y la estimación de los índices de valor de importancia e índices de diversidad pueden observarse en el Anexo G.

Los resultados obtenidos mostraron que la vegetación presente en el SAR se encuentra perturbada y con respecto a las especies en alguna categoría de riesgo y en consideración de que el proyecto no realizará afectaciones directas sobre la flora del SAR ni del AI y, de las 9 especies potenciales enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontraron 5 en los sitios de muestreo y verificación (*Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Guaiaacum coulteri* y *Amourexia palmatifida*), por lo que se realza la importancia de su conservación.

IV.12.3. Vegetación sumergida.

La vegetación sumergida en los cuerpos lagunares tiene un importante papel en la cadena trófica que se desarrolla en el sistema, ya que funciona tanto como sitio de refugio como de alimentación de peces. En el caso de la fauna béntica, ésta también encuentra alimento y refugio en los hábitats de vegetación sumergida.

Con respecto a macroalgas en el sistema lagunar, se encuentran los estudios realizados por Pedroche *et al.* (1993) quienes elaboraron un listado taxonómico para el Pacífico Mexicano, registrando para Bahía Ohuira, 2 especies de la división de Chlorophyta sp 4 de Phaeophyta y 9 de Rhodophyta, siendo las más comunes las especies *Acetabularia schenckii*, *Acetabularia farlowi*, *Gracilaria vermiculophylla*, *G. sjoestedtii*, *Spyridia filamentosa*, *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis*, *Halodule wrightii* y *Caulerpa sp.* Por su parte, Riosmena *et al.* (1993), reportan para el género *Padina*, (Phaeophyta) las especies *P. mexicana* y *P. concrescen*. Mientras que Aguilar-Rosas *et al.* (2009), describen nuevos registros de las especies *Sargassum sinicola*, *Scinaia johnstoniae* y *Lithothamnion margaritae*.

De acuerdo con otros estudios previos, al interior de la Bahía de Ohuira, la flora sumergida incluye especies como pastos marinos del género *Thalassia* y diversas especies de macroalgas (Hernández & Juárez, 1988). Además, Aguilar y López (1985) registraron la presencia de una población de pastos marinos que incluye a la especie *Halodule wrightii*.

Como parte de un estudio requerido por GPO, en 2016 el CIDIIR-IPN Sinaloa realizó muestreos mediante colectas a pie y mediante buceo libre en transectos de manera perpendicular a la línea de costa en diferentes estaciones al interior de la Bahía de Ohuira (Tabla IV.25 y Figura IV.56). En esas estaciones de muestreo se encontraron 14 especies de las cuales 4 pertenecen a la división Chlorophyta, 1 a la división Phaeophyta y 9 a la división Rhodophyta (Tabla IV.26).

Tabla IV.25. Estaciones de muestreo de macroalgas de CIDIIR-IPN.

Estación	Localidad	Lat °	Lat ´	Long °	Long ´	Latitud	Longitud
1	El Carrizo	25	33.774	108	59.322	25.563	-108.989
2	La Mordida	25	34.098	109	1.571	25.568	-109.026
3	La Tunosa	25	34.926	109	0.860	25.582	-109.014
4	Los Santitos	25	34.454	108	59.877	25.574	-108.998
5	La Virgen	25	36.754	108	57.804	25.613	-108.963
6	Los Bledos	25	36.106	108	58.931	25.602	-108.982
7	Los Patos	25	37.333	109	0.653	25.622	-109.011
8	Mapahui	25	36.724	109	1.537	25.612	-109.026
9	La Escollera	25	36.274	109	2.379	25.605	-109.040
10	Yatch	25	36.024	109	2.338	25.600	-109.039

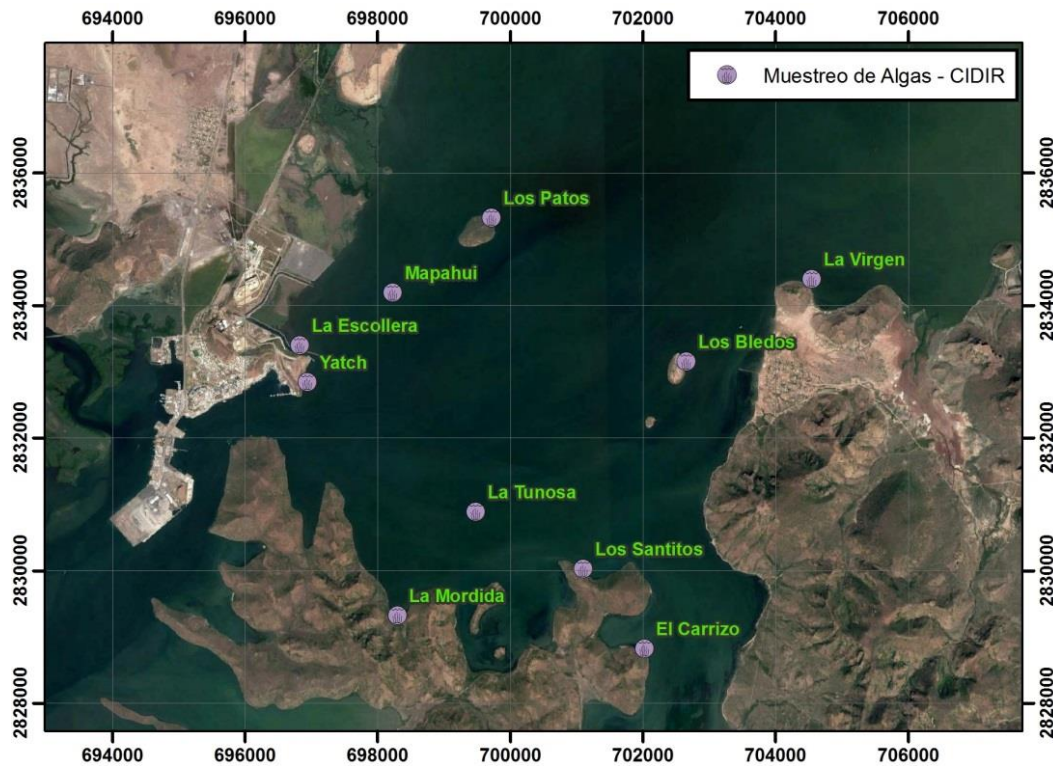


Figura IV.56. Estaciones de muestreo de macroalgas de CIDIIR-IPN

Tabla IV.26. Especies de macroalgas reportadas en los muestreos de CIDIIR-IPN.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	
Chlorophyta	Clorophyceae	Ulotrichales	Ulvaceae	<i>Ulva</i>	<i>lactuca</i>	
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>	<i>microcladioides</i>	
		Caulerpales	Caulerpanceae	<i>Caulerpa</i>	<i>sertularoides</i>	
	Bryopsidophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>Cuneatum</i>	
Phaeophyta	Phaeophyceae	Dyctiotales	Dyctiotaceae	<i>Dictyota</i>	<i>flabellatata</i>	
Rhodophyta	Bangiophyceae					
	Florideophyceae	Ceraminales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia</i>	<i>pacifca</i>	
		Haliminales		Dasyaceae	<i>Dasya</i>	<i>sinicola</i>
				Halimeniaceae	<i>Prionitis</i>	<i>cornea</i>
				Cystoloniaceae	<i>Hypnea</i>	<i>johnstonii</i>
				Gymnophloeaceae	<i>Schizymenia</i>	<i>sp.</i>
		Gelidiales	Gelidiaceae (Pterocliadiaceae)	<i>Pterocladia</i>	<i>caloglosoides</i>	
		Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>parvispora</i>	
				<i>Gracilaria</i>	<i>veleroae</i>	
Corallinales	Coralinaceae	<i>Lhytophyllum</i>	<i>sp.</i>			

El área donde se desarrollará el proyecto es una zona somera que ocasionalmente, cuando se presentan las mareas más bajas del año, puede quedar fuera del agua por breves periodos (Figura IV.57). En esa zona se presentan masas de macroalgas compuestas principalmente por *Ulva lactuca* y *Gracilaria spp* (Figura IV.58 y Figura IV.60).

Posiblemente la presencia de estas especies está relacionada con el estado trófico de la Bahía de Ohuira, que como se mencionó anteriormente, recibe grandes cantidades de nutrientes arrastrados por las corrientes de agua que atraviesan la vasta extensión de terrenos agrícolas de la región. En cuerpos receptores costeros, uno de los síntomas de la eutrofización resultante es la proliferación de algas marinas oportunistas y de rápido crecimiento. Teichberg et al, (2010) reportó que en experimentos de campo realizados en un total de nueve sitios (siete sistemas costeros, con uno de ellos conformado por tres subestuarios diferentes), el efecto del enriquecimiento de N y P en la tasa de crecimiento de *Ulva spp* se correlacionó directamente con las concentraciones anuales de nitrógeno inorgánico disuelto (NID), de forma que el crecimiento aumentó con la concentración creciente de NID. Las reservas internas en las frondas de macroalgas también se

relacionaron con el aumento en los aportes de NID y las tasas de crecimiento de las algas se ligaron estrechamente a esas reservas internas de nitrógeno.



Figura IV.57. Panorámica de la cobertura vegetal frente al sitio de la terminal, con marea muy baja.



Figura IV.58. Masas de macroalgas en la zona somera, con presencia de *Ulva lactuca* y *Gracillaria* spp.

El aumento de la biomasa de macroalgas inducido por las altas concentraciones de nutrientes puede desplazar a otros productores primarios. La presión de pastoreo puede

controlar las proliferaciones de macroalgas apetecible, pero solamente cuando la tasa a la que se incrementa el nitrógeno es baja.



Figura IV.59. Cobertura vegetal frente al sitio de la terminal, con marea baja.



Figura IV.60. Macroalgas de la zona del proyecto; *Ulva lactuca* (izquierda) y masas de algas diversas entremezcladas con *Gracilaria spp* (derecha).

En algunos casos los florecimientos o blooms de macroalgas terminan por un aumento del fitoplancton que reduce la irradiación que llega hasta el fondo. En sistemas con tiempos cortos de residencia del agua, el fitoplancton puede no tener tiempo suficiente para crecer y hacer sombra a las macrofitas. Cerca de la entrada de la Bahía de Ohuira la tasa de recambio de agua es alta por efecto de las mareas, por lo que las macroalgas tienen la

oportunidad de perdurar, ya que en este caso las tasas altas de división del fitoplancton, que pueden ocurrir en altas concentraciones de nutrientes, no parecen compensar el poco tiempo para la división antes de que las células sean transportadas fuera del sistema. En otras palabras, en la zona donde se desarrollará el proyecto las macroalgas tendrían ventaja frente al fitoplancton al momento de competir por los recursos.

Entre los enfoques para la remediación de los muchos efectos de las proliferaciones de macroalgas se pueden incluir la interrupción de los aportes de nutrientes en sus fuentes a través de la cuenca hidrológica, el retiro mediante la cosecha de macroalgas o con un aumento en la circulación del agua. A pesar de los conocimientos disponibles acerca de la dinámica de las macroalgas, todas las iniciativas de gestión requieren de información adicional (Valiela et al, 1997).

En relación con los reportes de pastos marinos, aunque su distribución en la laguna no está completamente descrita, es posible que estos tengan relación con la presencia de tortugas marinas en la Bahía de Ohuira. Los pastos marinos son productores primarios de una gran cantidad de materia orgánica, y muchos animales marinos dependen directa o indirectamente de estos pastizales para obtener su alimento. Sin embargo, la contaminación orgánica en la laguna podría limitar la presencia de los pastos marinos.

Las macroalgas bentónicas, tales como *Gracilaria tikvahiae* o *Ulva lactuca*, pueden competir con los pastos marinos por los nutrientes, dando por resultado la atenuación o el bloqueo de la luz que llega a las praderas de pastos marinos, contribuyendo así a su degradación. De acuerdo con Kennish *et al*, (2011) en un estudio en la Bahía Barnegat–estuario de Little Egg Harbor, en Nueva Jersey, una cobertura de macroalgas de 60-70% se consideró como un estado previo a una proliferación o Bloom de macroalgas, 70-80% se consideró como un estado inicial de la proliferación y una cobertura mayor al 80% es considerada como una proliferación plena. En el sitio de dicho estudio hubo 10 ocurrencias (0.45 floraciones m⁻²) de condiciones de previas a la proliferación, 19 ocurrencias (0.67 floraciones m⁻²) de proliferación inicial y 36 ocurrencias (1.57 floraciones m⁻²) de proliferaciones plenas. La mayoría de estas floraciones ocurrieron durante 2008 a 2010. El porcentaje de cobertura de macroalgas se pudo correlacionar con las características de los pastos marinos. Este patrón indicó que las proliferaciones de

macroalgas en el estuario desarrollaron con cierta frecuencia e impactaron las praderas de pastos

Aunque el pasto marino *Halodule wrightii* no se encontró en forma de praderas o proyectos en el sitio del proyecto, anteriormente se ha reportado esta vegetación en el sistema. *Halodule wrightii* es una especie tolerante a amplias variaciones en condiciones ambientales. Se presenta en franjas costeras cercanas a las playas y forma poblaciones grandes en ambientes eutróficos (con alto aporte de nutrientes), turbios, hipo- o hipersalinos. Muchas veces, es el primer pasto marino que coloniza las áreas desprovistas de vegetación después de tormentas u otros disturbios. Se encuentra desde la zona intermareal a submareal somera hasta una profundidad de aproximadamente 20 - 30 m, en lagunas arrecifales, lagunas y estuarios protegidos. Crece sola o en conjunto con otros pastos marinos. Juega un papel importante en áreas con alto grado de perturbación o con condiciones ambientales extremas (Tussenbroek et al. 2010).

Esta es usualmente una especie pionera, pero estudios hechos en Florida muestran que con un aumento en los niveles de nutrientes, *Halodule wrightii* se convierte en la especie dominante, ya que es capaz de salir a competir *Thalassia testudinum* por los recursos como la luz, lo que sugiere que las áreas en la Bahía de Florida con alta disponibilidad de nutrientes será dominado por *Halodule wrightii* mientras que las áreas con bajos nutrientes estarán dominadas por *T. testudinum* (Fourqurean et al., 1995).

Por otra parte, *Thalassia spp* generalmente domina en praderas que se extienden por decenas o centenares de kilómetros cuadrados. Por lo tanto, esta especie juega un papel de suma importancia en guardar el equilibrio ecológico en las zonas costeras de la región. Entre sus principales funciones se encuentran la producción primaria, la fijación de sedimentos y el refugio para un gran número animales. Se encuentra desde la zona intermareal superior hasta una profundidad de 10-15 m, en estuarios y lagunas arrecifales. Es una especie marina y no tolera la exposición a aguas dulces o salobres por periodos prolongados. Es una fuente directa de alimento para la tortuga marina, peces herbívoros y erizos. Muchos otros organismos dependen de manera indirecta de su alta producción de materia orgánica (Tussenbroek et al. 2010). Esta especie no se encontró en el área de influencia directa del proyecto.

IV.13. Biodiversidad (Fauna).

IV.13.1. Aspectos Generales.

La distribución de especies se ha relacionado siempre con patrones generales tales como la latitud o la altitud del sitio a considerar (Pianka, 1966; Graham, 1983). Otros factores que suelen caracterizar a un sitio de manera más local como la topografía, la variación climática, la vegetación y la misma dispersión diferencial de las especies, origina que áreas que de otra manera serían muy homogéneas tengan una mayor variabilidad ambiental favoreciendo el incremento en la diversidad y riqueza de especies (Orinas, 1994).

México cuenta con un extenso litoral (más de 11,000 km de línea de costa), por lo que de manera natural una gran cantidad de actividades productivas se desarrollan en estas regiones, con la consecuente transformación del uso de suelo e impacto sobre las zonas costeras que ello implica (Rosete *et al.* 2006). Estas actividades impactan de manera significativa el desarrollo de la flora y la fauna alterando la conectividad de las áreas y de las poblaciones y generando alteraciones permanentes que provocan su alteración o en algunos casos su proliferación.

México se ha dividido (con base en la distribución de mamíferos terrestres y un análisis de parsimonia) en 15 provincias biogeográficas (Álvarez, 1991). De acuerdo con dicha división, la zona del proyecto se encuentra en la Provincia Biótica Sinaloense, la cual se encuentra hacia el sur de la llanura desértica y comprende desde la cuenca del Río Yaqui en Sonora, hasta la desembocadura del Río Santiago, en Nayarit. Esta provincia comprende la llanura costera sinaloense, que es angosta y está limitada por la sierra Madre Occidental hacia el este. Es bastante homogénea y casi no interrumpida por accidentes orográficos. Hacia el norte el límite está señalado por la presencia del desierto sonorense y hacia el sur por la práctica desaparición de la llanura sinaloense debido a la presencia de elevaciones montañosas muy cercanas a la costa. Las elevaciones montañosas de hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar, cercanas a la costa, determinan una muy angosta franja costera con una anchura en promedio no mayor a 10 kilómetros.

La fauna marina de las Bahías de Santa María, Topolobampo y Ohuira está compuesta por peces, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, así como mamíferos marinos. La fauna acuática adquiere importancia debido a las actividades desarrolladas por el ser humano en la región, como es la pesca extensiva, en la que se explotan comercialmente varias especies de peces como la lisa, curvina, pargo, sierra, el tiburoncillo, así como moluscos, incluyendo el mejillón, pata de mula, ostión, caracol, jaiba y camarón.

IV.13.2. Mamíferos.

De manera particular, con respecto a los mamíferos el territorio mexicano ocupa el tercer lugar en cuanto a riqueza de este grupo de especies en el mundo, solo detrás de Indonesia y Brasil (CONABIO 2009). Los mamíferos son un grupo de vertebrados que por su importancia funcional son un componente relevante de los ecosistemas en que habitan, porque ayudan a la dispersión de semillas, a la polinización de diversas especies de plantas, controlan las poblaciones de animales (insectos y mamíferos pequeños) y de plantas, al alimentarse de ellos.

En la superficie terrestre donde se instalará el campamento provisional y donde se instalará el amonioducto y la banda transportadora no habitan mamíferos mayores ni hay hábitats adecuados o corredores naturales para estos.

En el sistema lagunar han sido reportados vertebrados marinos como el delfín Nariz de Botella o tonina (*Tursiops truncatus*) y el lobo marino (*Zalophus californianus*), siendo la Bahía de Topolobampo una de sus zonas migratorias.

En los trabajos de campo realizados para esta MIA-R, en dos puntos de muestreo, uno en el SAR y otro ubicado en el área de influencia del proyecto, se registró la presencia de la especie *Tursiops truncatus*. Estos sitios de muestreo se encuentran a una profundidad de 2 a 7 metros y son utilizados como zonas de tránsito y alimentación ya que esta especie prefiere desenvolverse en aguas someras. Las toninas tienen una amplia distribución, ocupando zonas abiertas, costas, lagunas, estuarios y en aguas alejadas de la costa hasta 2000 km por periodos cortos de tiempo o tiempo indefinido, aunque las áreas preferidas de las toninas son las lagunas costeras de ambos litorales, que les

proporcionan protección, alimento y les permiten el establecimiento y permanencia. El listado completo de especies potenciales de mamíferos se encuentra en el Anexo H.

Tabla IV.27. Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	END	IUCN	CITES	Abundancia Relativa
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Común	-	-	LC	-	1.109570042
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre Antílope	-	-	LC	-	3.19001387
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del Desierto	-	-	LC	-	4.022191401
		<i>Sylvilagus floridianus</i>	Conejo Castellano	-	-	LC	-	4.993065187
Quiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago Guanero	-	-	LC	-	62.41331484
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	LC	-	8.044382802
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	-	-	LC	-	0.970873786
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma, León de Montaña	-	-	LC	-	0.138696255
		<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	-	LC	I	1.109570042
		<i>Linx rufus</i>	Lince, Gato Montes	-	-	LC	-	1.941747573
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	LC	-	7.21220527
<i>Bassariscus astutus</i>		Cacomixtle	-	-	LC	-	0.27739251	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	-	-	LC	-	0.138696255
	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari de Collar	-	-	LC	-	0.138696255
Cetacea	Didelphinidae	<i>Tursiops tuncatus</i>	Tusión, Tonina	Pr	-	LC	-	1.248266297
Rodentia	Sciuridae	<i>Otopermophilus variegatus</i>	Ardillón	-	-	LC	-	2.219140083
		<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla Gris del Pacífico	-	Mx	LC	-	0.693481276
	Cricetidae	<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón de Cactus	-	-	LC	-	0.138696255
								100
<p>Definiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010 P: En peligro de extinción Pr: Sujetas a protección especial Endemismo Mx: Especie con distribución natural circunscrita únicamente al territorio nacional y a la zona donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción Si la casilla carece de Mx, no es endémica a la nación. IUCN Red list (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Lista Roja) LC: Preocupación menor (Least concern) CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) I: Apéndice I</p>								

La bahía de Topolobampo es el hogar de una población de toninas *Tursiops truncatus*, aunque no hay información publicada sobre la estacionalidad, la ecología y el comportamiento de esta población. Los delfines están presentes en esta área durante todo el año sin que aparentemente, sean afectados por el intenso tránsito de barcos y embarcaciones menores. La presencia de grupos de juveniles y adultos (Figura IV.61) sugiere que el extremo que el sistema puede servir como área de crianza para los delfines.

Según investigadores del Instituto de Investigación del Delfín Nariz de Botella (BDRI), la familiarización de los delfines ante la alta presencia de embarcaciones tiene un valor de supervivencia obvio, ya que la aclimatación permite al mamífero ignorar estímulos sin ninguna información biológica relevante, y minimiza el gasto de energía en la huida cuando se acercan los barcos. De este modo, los delfines pueden centrarse más en la búsqueda de presas para alimentarse.



Figura IV.61. Delfines nariz de botella o tonina, *Tursiops truncatus*, en Topolobampo.

IV.13.3. Necton.

En las aguas del Golfo de California existen más de 875 especies potenciales que pertenecen a región Californiana, la cual comprende la costa de California desde punta concepción hasta Bahía Magdalena en Baja California sur y casi todo el Mar de Cortés, a excepción del extremo de la Península de Baja California que esta bañada por aguas tropicales que forman una barrera entre las dos faunas de la zona templada. Debido a esta peculiaridad la fauna del Golfo de California ha quedado aislada durante mucho tiempo de su contraparte de la zona exterior. Esta es la razón por la que en algunos casos la Región Californiana se divide en dos provincias, la de San Diego en la costa del Pacífico y la Provincia de Cortés en el interior del golfo. La Provincia de Cortés se caracteriza por la presencia de elementos tropicales que se han adaptado a las aguas templadas. Mientras que algunas especies, como la totoaba, son exclusivas de esta provincia otras especies son comunes en ambas costas de la península. Existen muchas especies que han sido catalogadas como de interés para la pesca (Fisher, 1995) aunque no necesariamente son aprovechadas en la actualidad.

En particular, la zona es considerada como un área de crianza y reclutamiento de especies de escama, habiéndose registrado alrededor de 109 especies y 76 géneros pertenecientes a 45 familias (Balart et al., 1992; Gutiérrez-Barreras, 1999).

La zona de estudio también se caracteriza por su riqueza de especies de importancia pesquera, siendo los crustáceos y los peces los organismos de mayor importancia económica. Las lagunas costeras son explotadas por cooperativas y por pescadores libres. Entre las especies aprovechadas se encuentran lisas del género *Mugil*, pargos y guachinango (*Lutjanus sp.*), róbalo (*Centropomus sp.*), roncós, corvinas y berrugas de la familia Sciaenidae.

IV.13.2.1. Estudio Realizado por CIBNOR (2016). En este apartado se muestran los resultados del análisis de necton realizado por el CIBNOR en marzo del 2016 en el sitio del proyecto (Anexo E) con el fin de ampliar la información existente. Para la toma de muestras de necton se emplearon dos tipos de artes de pesca que son poco selectivas e indicadas para muestreo biológico por garantizar la captura del mayor número de individuos posibles; en este sentido se utilizó chinchorro y atarraya, cuyas características

se muestran en la Tabla IV.28. Se establecieron 8 puntos de muestreo que correspondieron a los sitios más adecuados para llevar a cabo la toma de muestras en cada estación anteriormente definida (CIB2-CIB9), debido a que el sitio varió ligeramente con el previamente establecido, se empleó un geoposicionador satelital (GPS) para registrar los puntos exactos de la toma de muestras de necton quedando identificadas como PEZ2-PEZ9 (Figura IV.62)



Figura IV.62. Área de estudio mostrando los sitios específicos para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Tabla IV.28. Número de especies y número de individuos registrados en los distintos artes de pesca empleados en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Arte de pesca	Luz de malla (")	# Especies	# Individuos
Chinchorro 1	3,0	3	6
Chinchorro 2	3,5	4	4
Atarraya	0,5	5	7

Para la maniobra con el chinchorro 1, se tendió la red de forma perpendicular al sentido de la corriente en cada punto y se dejó por un espacio de 10 minutos. Mientras que con el chinchorro 2 se hicieron encierros a bordo de la lancha con motor fuera de borda (Figura IV.63).

Pasando el tiempo de la red tendida o terminando el encierro se levantaron y revisaron los artes de pesca, para desenmallar a los organismos capturados; hecho lo anterior, todos los organismos obtenidos fueron separados por especie, para contarse, medirse y tomar registro fotográfico digital para la realización del catálogo. Por su parte se realizaron dos lances de atarraya por estación de muestreo (Figura IV.64), y en cada lance se colectaron los organismos para realizar el mismo procedimiento de desenmalle, identificación y medición. Solamente se conservaron los organismos que no pudieron ser totalmente identificados en campo para su posterior identificación en el laboratorio con la ayuda de claves especializada (Fischer, et al. 1995;Figura IV.65)

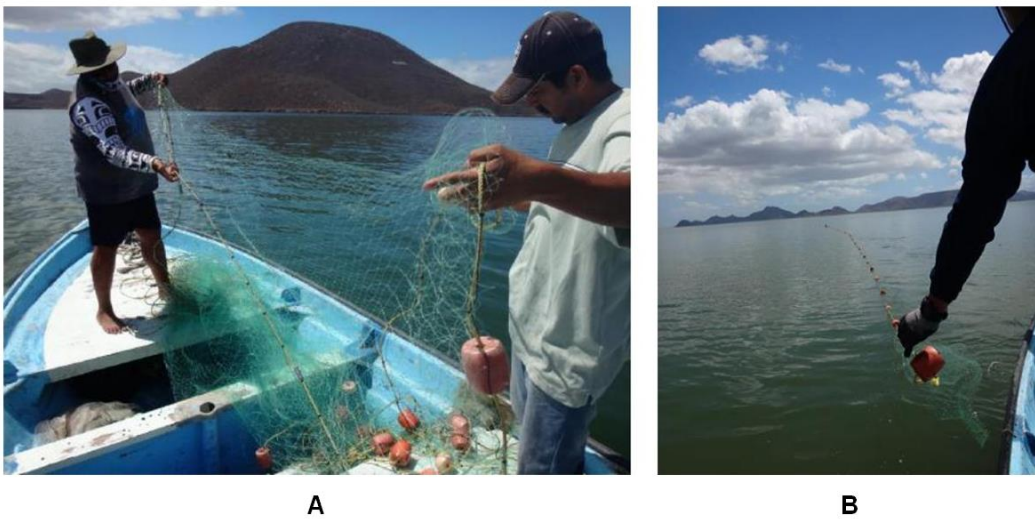


Figura IV.63. Maniobra y tendido de chinchorro para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016. Panel A maniobra abordo. Panel B chinchorro tendido (Fuente: CIBNOR, 2016).



Figura IV.64. Maniobra con atarraya para la toma de muestras de necton en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Solamente se conservaron los organismos que no pudieron ser totalmente identificados en campo para su posterior identificación en el laboratorio con la ayuda de claves especializadas (Fischer, et al. 1995; Figura IV.65)



A

B

Figura IV.65. Identificación de muestras de necton. Panel A ejemplo de registro fotográfico. Panel B identificación en laboratorio con ayuda de claves especializadas (Fuente: CIBNOR, 2016).

El número total de especies e individuos colectados durante el presente estudio se expresa en la Tabla IV.28. En total se encontraron 10 especies de peces pertenecientes a 9 Familias (Tabla IV.29), lo que representa aproximadamente el 18% de las especies y el 28% de las Familias reportadas para ésta zona (55 especies y 32 Familias; (Balart et al., 1992 Gutiérrez-Barreras, 1999; De Silva et al., 2005).

Las especies registradas fueron: la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), la chopa (*Chaetodipterus zonatus*), el roncacho (*Haemulopsis leuciscus*), el pámpano (*Trachinotus kennedyi*), el robalito aleta amarilla (*Centropomus robalito*), el bichi (*Oligoplites altus*), el cochito (*Balistes polylepis*), el botete (*Sphoeroides annulatus*), el sábalo (*Elops affinis*) y el lenguado (*Etropus crossotus*), siendo las más abundantes la sardina crinuda y la chopa con 7 y 6 organismos respectivamente. Los organismos que son de importancia comercial se marcan con un (*) y se muestran en la Tabla IV.29. La visualización espacial registrada para los organismos se muestra en el Anexo Necton 1.

Por otro lado, al comparar la longitud total (LT) de los organismos capturados con las longitudes totales promedio para su especie, reportadas en el portal de www.fishbase.org,

se observó que en el 94.1% de los casos, éstas se encontraron por debajo de las reportadas (Tabla IV.30).

Tabla IV.29. Listado filogenético de las especies registradas en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda*
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops affinis</i>	Sábalo*
Perciformes	Carangidae	<i>Oligoplites altus</i>	Bichi / Queiebra Cuchillos
		<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pámpano
	Centropomidae	<i>Centropomus robalito</i>	Robalito Aleta Amarilla / Constantino*
		<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Chopa / Payaso
Haemulidae	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Roncacho / Burro*	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>	Lenguado Ribete*
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete*
	Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	Cochito*

* De importancia comercial con base en la Carta Nacional Pesquera 2012

Tabla IV.30. Longitudes totales (LT) medidas en campo para los organismos colectados comparadas con su respectiva LT promedio reportada (Fuente: CIBNOR, 2016).

Nombre común	Especie	Estación	TL (cm)	FISHBASE TL (cm)
Cochito	<i>Balistes polylepis</i>	PEZ3	25	50
Robalito aleta amarilla	<i>Centropomus robalito</i>	PEZ2	14.5	25
Chopa	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	PEZ2	12.6	25
Chopa	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	PEZ4	19	25
Chopa	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	PEZ4	16.5	25
Chopa	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	PEZ4	17	25
Sábalo	<i>Elops affinis</i>	PEZ4	40	50
Lenguado	<i>Etropus crossotus</i>	PEZ7	9.6	15
Roncacho	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	PEZ2	31	25
Bichi	<i>Oligoplites altus</i>	PEZ3	16	30
Sardina crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>	PEZ2	15.2	22
Sardina crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>	PEZ2	14.1	22
Sardina crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>	PEZ2	14.5	22
Sardina crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>	PEZ8	14	22
Sardinita crinuda	<i>Opisthonema libertate</i>	PEZ9	14	22
Botete	<i>Sphoeroides annulatus</i>	PEZ7	17.6	18
Pámpano	<i>Trachinotus kennedyi</i>	PEZ8	22.5	40

Con respecto a sus indicadores ecológicos. Estos registraron una diversidad (H') de 1.820 bits/ind y una equidad (J') de 0.790, valores que están por encima de los reportados por Torres y Castro (1990) con una diversidad de $H=0.52$ bits/ind y por debajo de los que indica Payan-Alejo (2012), con una diversidad $H'=4.3$ bits/ind.

Cabe mencionar que en este estudio no se encontró ninguna especie representante del necton bajo algún estatus de protección legal, sin embargo, es importante mencionar que estos resultados son puntuales por lo que no tienen representatividad temporal. En este sentido, Torres y Castro (1990) reportan la mayor diversidad específica para la zona durante septiembre.

Con base en la información reportada en la literatura, se tiene que para la bahía de Ohuira, Topolobampo, hay aproximadamente 55 especies de peces repartidos en 44 géneros y que representan a 32 familias. Siendo las familias Haemulidae y Scianidae las de mayor representación con 8 y 6 especies respectivamente. La presencia de especies como *Anchoa macrolepidota*, *A. mundeola*, *Eucinostomus argenteus*, *Eugerres axillaris*, *Haemulus leuciscus*, *Pomadasys macracanthus*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *P. nebulifer*, *Bairdiella icistia* y *Etropus crossotus*, son indicadores de que la zona es un área de alimentación y reclutamiento de peces (Balart et al., 1992 Gutiérrez-Barreras 1999; De Silva et al., 2005).

Asimismo es importante mencionar que otros trabajos reportan presencia y abundancia significativa de especies de interés comercial destacando el pargo (*Lutjanus argentiventris*), lenguado (*Achirus mazatlanus*), roncacho (*Pomadasys branickii*), cochito (*Balistes polylepis*), mojarra (*Gerres cinereus*), anchoveta (*Anchoa nasus*), lisa (*Mugil cephalus*), mantarraya (*Urolophus halleri*), cabrillas areneras (*Paralabrax maculatofasciatus*; *P. nebulifer*), botete (*Sphoeroides annulatus*), lupón (*Scorpaena plumieri*), sierra (*Scomberomorus sierra*), corvina boca amarilla (*Cynoscion xanthulus*) (Gutiérrez, et al., 1997; Payán, 2012).

Por otro lado, Torres y Castro (1990) encontraron una la densidad íctica promedio entre 9.07 y 236.62 ind/ha, en enero y septiembre, respectivamente, con valores de biomasa aproximadamente constante (en promedio 5 kg/ ha); no obstante, cabe destacar que se detectaron notables cambios en la dominancia de las especies, observando que en junio dominaron en la comunidad la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* y el haemulido *Pomadasys panamensis*; en septiembre las anchovetas *Anchoa macrolepidota*, *Anchoa mungeola* y la mojarra *Eucinostomus argenteus*; en noviembre la sardina *Opisthonema libertate*, y en enero la mojarrita *Diapterus brevirostris*. Casi la

totalidad de los individuos colectados se presentaron como juveniles hecho que concuerda con lo obtenido este trabajo, y que denota el uso de la laguna como áreas de reproducción, resguardo y/o crianza de las especies ícticas encontradas. Con respecto a la estructura de la captura artesanal de peces particularmente para Bahía de Ohuira Payan-Alejo (2012) registró 98 especies siendo las especies más abundantes las mojarra *Eucinostomus entomelas*, *Diapterus peruvianus*; carángido *Selene brevoortii*, la sardinita *Pliosteostoma lutipinnis*, la anchoveta *Anchovia macrolepidota*, el chihuil *Caelatoglanis zonatus*, la curvina *Menticirrhus elongatus*, el chiro *Albula nemoptera* y la mojarrita *Eucinostomus argenteus*, equivalente al 36% de la abundancia total.

Por otra parte, en un estudio ictiológico realizado por Vicencio (1979) en las cercanas bahías de Navachiste y San Ignacio, mediante muestreos quincenales diurnos con atarraya, se reportó que se colectaron 179 ejemplares correspondientes a 16 familias y 30 especies. Las familias mejor representadas fueron; *Mugil curema* (17.8%), *Sardinops sagax caeruleus* (10.6%), *Enconostomus sp.* (7.8%) y *Calamus brachyosomus* (7.2%).

Finalmente, a pesar de que durante la realización del presente estudio no se registró ni se observó ningún mamífero o reptil en el área de estudio, para Bahía de Ohuira se han reportado registros de los siguientes mamíferos marinos: el roqual (*Balaenoptera physalus*), el lobo marino de california (*Zalophus californianus*) y el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus*. Siendo este último, el que mayor número de registros tiene. Las tres especies de mamíferos marinos mencionadas se encuentran en categoría de protección (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a la presencia de reptiles marinos, aunque son pocos los estudios dentro del sistema Topolobampo-Ohuira-Santa María, se han reportado registros dentro de las tres bahías de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizi*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), las cuales se encuentran en veda permanente y están bajo la categoría de Peligro de Extinción (P) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.13.2.2. Estudio Realizado por CAPSA (2017). Para el muestreo de peces se utilizaron tres técnicas, la primera mediante atarrayas con diferente luz de malla para llevar a cabo la captura de peces tanto en ríos y cuerpos de agua. Así mismo se colocaron 5 trampas tipo NASA cebadas con sardina a una profundidad de entre 60 cm y 1 m a en diversos sitios tanto en el área del proyecto como en el SAR, estas se dejaron y revisaron cada 24 horas. De igual modo se llevó a cabo la captura de organismos juveniles con redes de mano (Figura IV.67).

Se realizaron transectos submarinos en el área del proyecto con la finalidad de localizar fauna marina (Figura IV.66). Todos los ejemplares capturados fueron fotografiados para su total identificación por medio de guías y claves especializadas (Figura IV.68).



Figura IV.66. Transectos submarinos en área del proyecto.



Figura IV.67. Lanzamiento de atarraya y colocación de trampas nasas para peces.



Figura IV.68. Procesamiento de Peces para su identificación

Riqueza de especies potenciales de peces. En este muestreo se registraron 11 especies de peces de los 176 potenciales, pertenecientes estas registradas a 5 órdenes y 9 familias, cabe mencionar que los peces registrados representan en su mayoría las especies más comunes del área según lo mencionado en entrevistas con los pescadores (Tabla IV.31). El listado completo de especies potenciales se encuentra en el Anexo H.

Tabla IV.31. Listado de peces registrados.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM	END	Registro
1	<i>Anchovia macrolepidota</i>	Anchoqueta Escamuda			Rb, Cp
2	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda			Rb, Cp
3	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa Cabezona			Rb, Cp
4	<i>Mugil curema</i>	Lisa Blanca			Rb, Cp
5	<i>Scorpaena guttata</i>	Escorpión Californiano			Rb, Cp
6	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Cabrilla de Roca			Rb, Cp
7	<i>Oligoplites saurus</i>	Piña Sietecueros			Rb, Cp
8	<i>Deckertichthys aureolus</i>	Mojarra Palometa			Rb, Cp
9	<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra de Aletas Amarillas			Rb, Cp
10	<i>Pomadasys macracanthus</i>	Roncacho Gordo			Rb, Cp
11	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete Tamborín			Rb, Cp

Ob (observada), Cd (cadáver) y Cp (captura y liberación). Potenciales Rb (registro bibliográfico).

Cabe señalar que de las especies registradas en campo ninguna de ellas es endémica de México, además de que no se encuentran en algún estatus de protección, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual forma para la Convención Sobre el Comercio

Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y solo para la lista roja de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) nueve presentan Preocupación Menor (LC).

Riqueza específica de peces por área. La abundancia relativa de los peces está dividida en las 11 especies registradas en campo, siendo Lisa Blanca (*Mugil curema*) la que tiene el mayor porcentaje con el 35.71%, seguido del Anchoveta Escamuda (*Anchovia macrolepidota*) con el 32.14% (Tabla IV.32).

Tabla IV.32. Abundancia relativa de peces.

#	Nombre científico	Nombre común	NOM	END	Regis- tro	Abundan- cia absoluta	Abundan- cia relativa
1	<i>Anchovia macrolepidota</i>	Anchoveta Escamuda			Rb, Cp	18	32.14
2	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda			Rb, Cp	1	1.79
3	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa Cabezona			Rb, Cp	1	1.79
4	<i>Mugil curema</i>	Lisa Blanca			Rb, Cp	20	35.71
5	<i>Scorpaena guttata</i>	Escorpión Californiano			Rb, Cp	2	3.57
6	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Cabrilla de Roca			Rb, Cp	3	5.36
7	<i>Oligoplites saurus</i>	Piña Sietecueros			Rb, Cp	1	1.79
8	<i>Deckertichthys aureolus</i>	Mojarra Palometa			Rb, Cp	2	3.57
9	<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra de Aletas Amarillas			Rb, Cp	3	5.36
10	<i>Pomadasys macracanthus</i>	Roncacho Gordo			Rb, Cp	1	1.79
11	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete Tamborín			Rb, Cp	4	7.14

Diversidad Alfa (α) por grupo zoológico. La diversidad alfa (riqueza específica) es el número de especies presentes en un lugar (Halffter y Moreno, (2005)). Este índice permite cuantificar la biodiversidad específica en cada una de las unidades de muestreo. Para determinar la diversidad de cada sitio (área del proyecto y SA) para cada uno de los grupos de fauna, se utilizó el Índice de Shannon-Wiener el cual el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Para comparar y conocer si se presentan diferencias significativas en la diversidad presente en el área del proyecto y en el SAR, se realizó una comparación pareada entre estas. De tal manera que se calculó la prueba t modificada por Hutchenson (con un nivel de confianza del 95%). Los resultados se presentan en matrices de valores estimados de la t de Hutchenson (representados en los cuadros por encima de las celdas color gris que forman la diagonal) y el valor en tablas de la distribución t (por debajo de la diagonal).

Se concluye que cuando la t estimada resulta mayor a la encontrada en la t de tablas, las diversidades de las muestras difieren significativamente entre sí. Para el grupo de los peces el área del proyecto presentó una diversidad de $H'=0.46$ y en el SAR fue $H'=0.59$ (Tabla IV.33).

Tabla IV.33. Diversidad alfa (H') para los peces por área.

Sitio	Índice de Shannon-Wiener (H')
Área del proyecto	0.46
Sistema ambiental	0.59

Según la prueba t modificada por Hutchenson, la comparación entre el área del proyecto y el SAR, muestra que, si fueron significativamente diferentes entre sí, ya que la t de tablas fue menor (0.07) a la t estimada (1.83) como se observa en la Tabla IV.34.

Tabla IV.34. Matriz de comparación de diversidad de peces mediante la prueba t modificada por Hutchenson.

	Área del proyecto	Sistema ambiental
Área del proyecto		1.83
Sistema ambiental	0.07	

Por lo tanto, de acuerdo a los dos estudios realizados durante los años 2016 y 2017 se reporta un total de 21 registros de especies en campo, teniendo 10 para el primero y 11 para el segundo (Tabla IV.35). Cabe señalar que dos especies se presentaron en ambos años como es el caso de *Opisthonema libertate* (Sardina Crinuda) y *Sphoeroides annulatus* (Botete Tamborín), por lo que entre ambos estudios se registraron 19 especies en total.

Tabla IV.35. Especies registradas en campo en el año 2016 y 2017.

Año	Número	Nombre científico	Nombre común
2016	1	<i>Elops affinis</i>	Sábalo
	2	<i>Oligoplites altus</i>	Bichi / Queiebra Cuchillos
	3	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pámpano
	4	<i>Centropomus robalito</i>	Robalito Aleta Amarilla / Constantino
	5	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Chopa / Payaso
	6	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Roncacho / Burro
	7	<i>Etropus crossotus</i>	Lenguado Ribete
	8	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete Tamborín
	9	<i>Balistes polylepis</i>	Cochito
	10	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda
2017	11	<i>Anchovia macrolepidota</i>	Anchoqueta Escamuda
	12	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda
	13	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa Cabezona
	14	<i>Mugil curema</i>	Lisa Blanca
	15	<i>Scorpaena guttata</i>	Escorpión Californiano
	16	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Cabrilla de Roca
	17	<i>Oligoplites saurus</i>	Piña Sietecueros
	18	<i>Deckertichthys aureolus</i>	Mojarra Palometa
	19	<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra de Aletas Amarillas
	20	<i>Pomadasys macracanthus</i>	Roncacho Gordo
	21	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete Tamborín

Cabe señalar que, para el muestreo realizado en el 2016, se reportan 55 especies de peces para esta zona; (Balart, Castro, J.L., & R. Torres, 1992), (Gutiérrez-Barreras, 1999), de las cuales se registraron un total de 10 especies pertenecientes a 9 Familias, lo que representa aproximadamente el 18% de estas (Figura IV.69).



Figura IV.69. Gráfico de porcentaje de especies registradas en campo.

Para el año 2017 se registraron 11 especies de peces de los 176 potenciales, pertenecientes estas registradas a 5 órdenes y 9 familias, cabe mencionar que los peces registrados representan en su mayoría las especies más comunes del área según lo mencionado en entrevistas con los pescadores.



Figura IV.70. Gráfico donde se muestra el porcentaje de especies registradas en campo.

El total de organismos registrados por especie fue 73 divididos de la siguiente manera: 17 para el año 2016 y 56 para el 2017.

Tabla IV.36. Numero de organismos por especie 2016.

No.	Nombre científico	Nombre común	No. organismos
1	<i>Elops affinis</i>	Sábalo*	1
2	<i>Oligoplites altus</i>	Bichi / Queibra Cuchillos	1
3	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pámpano	1
4	<i>Centropomus robalito</i>	Robalito Aleta Amarilla / Constantino*	1
5	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Chopa / Payaso	4
6	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Roncacho / Burro*	1
7	<i>Etropus crossotus</i>	Lenguado Ribete*	1
8	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete Tamborín	1
9	<i>Balistes polylepis</i>	Cochito*	1
10	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda	5
Total			17

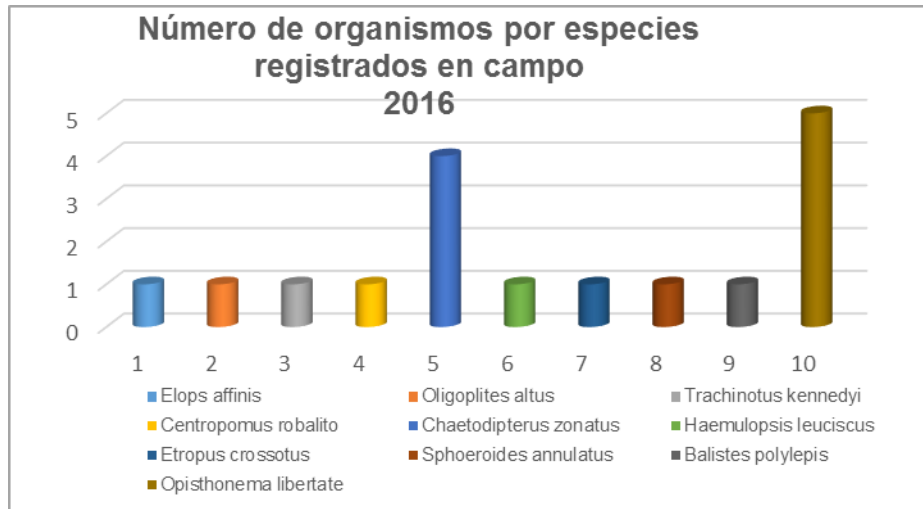


Figura IV.71. Grafica de Número de organismos por especie registrados en campo, 2016.

Tabla IV.37. Número de organismos por especie 2017.

	Nombre científico	Nombre común	No. Organismos
1	<i>Anchovia macrolepidota</i>	Anchoveta Escamuda	18
2	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda	1
3	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa Cabezona	1
4	<i>Mugil curema</i>	Lisa Blanca	20
5	<i>Scorpaena guttata</i>	Escorpión Californiano	2
6	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Cabrilla de Roca	3
7	<i>Oligoplites saurus</i>	Piña Sietecueros	1
8	<i>Deckertichthys aureolus</i>	Mojarra Palometa	2
9	<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra de Aletas Amarillas	3
10	<i>Pomadasys macracanthus</i>	Roncacho Gordo	1
11	<i>Sphaeroides annulatus</i>	Botete Tamborín	4
Total			56



Figura IV.72. Grafica de número de organismos por especie registrados en campo, 2017.

Los peces son un grupo con una gran diversidad ya que los podemos encontrar cerca de algas y rocas, en la zona intermareal, hasta las grandes profundidades abismales, estos pueden vivir en cualquier lugar que exista agua, con las mínimas condiciones para sobrevivir. Además, resulta de suma importancia ya que se han utilizado como indicadores de calidad de agua, aunado al valor comercial que tienen sobre el mercado, por lo que los convierte en uno de los principales alimentos en la dieta de los seres humanos.

Como se describió con anterioridad en el año 2017 se tuvo una mayor cantidad de organismos registrados, esto se debió en gran medida al tiempo que conllevó el estudio ya que se tuvo una representación considerable en reportar 11 especies y 56 organismos registrados en campo, en comparación con el año 2016 que reporta 10 especies y 17 organismos.

Sin embargo, es de singular importancia continuar periódicamente con este tipo de estudios para tener la información adecuada y así poder implementar las medidas que sean necesarias para la correcta toma de decisiones que puedan procurar y proteger a los organismos de esta zona, así como su entorno.

IV.13.4. Bentos.

En este apartado se muestran los resultados del análisis de bentos realizado por el CIBNOR en marzo del 2016 en el sitio del proyecto (Anexo E). Los organismos asociados al fondo marino se conocen como Bentos. Las comunidades bentónicas, particularmente de invertebrados tienen una gran importancia dentro de los sistemas acuáticos, tanto por su papel en la transferencia de energía a niveles tróficos superiores (Morales-Zárate *et al.*, 2004) como por su alta sensibilidad a las distintas alteraciones que pueda afectar al medio, por lo que muchas especies de invertebrados son consideradas indicadores biológicos (Durán *et al.*, 2009), de hecho diversos trabajos sustentan que el estudio de las comunidades de macrobentos, incluso analizadas a nivel taxonómico de orden, han resultado útiles en el análisis del ecosistema para elaborar planes de manejo (Bournaud *et al.*, 1996; Gutiérrez-Yurrita & Montes, 1999; Hurtado *et al.*, 2005).

Se tomaron muestras con réplica de bentos en nueve estaciones de muestreo (CIB1-CIB9; Figura IV.62). Para la estación CIB1 se llegó caminando debido a que es una zona de inundación y en ese momento no había tirante de agua. Para las estaciones CIB2-CIB9 la toma de muestras se realizó con ayuda de una lancha con motor fuera de borda. Todas las muestras fueron tomadas empleando una draga tipo Ekman de 6 x 6 x 6 pulgadas recomendada para cuerpos costeros y lagunares. Cada muestra fue colocada dentro de una bolsa individual de plástico, etiquetada para su posterior análisis en el laboratorio y preservada en hielo. Una vez en tierra, las muestras de fueron lavas con agua de mar y tamizadas en un tamiz de 500 μm para eliminar el exceso de sedimento, los organismos así separados fueron puestos en agua de mar fría para provocar relajación y evitar la contracción de los mismos dificultando su identificación. Posteriormente las muestras se colocaron en frascos previamente identificados y fijados en alcohol al 90% con recambio a las 24 horas.

Para llevar a cabo la caracterización y análisis de las muestras de bentos, se analizó el material biológico en laboratorio. El análisis taxonómico consistió, en la separación e identificación de cada uno de los organismos a nivel de grandes grupos (algas, poliquetos, moluscos, equinodermos, crustáceos y otros invertebrados) con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Figura IV.73). Posteriormente cada uno de los organismos se identificaron hasta el nivel taxonómico máximo posible, utilizando claves taxonómicas de la región y/o especializada que permitieron su análisis con base al tamaño y

características morfológicas (Smith & Carlton, 1975; Brusca, 1980; Kozloff, 1987; Kerstitch & Bertsch, 2007). Así mismo se identificó a aquellas especies que se encuentran bajo un régimen de clasificación como: protección legal, no nativas, raras y/o endémicas. Y finalmente e elaboró un catálogo fotográfico de aquellas especies que presentaron las mejores condiciones morfológicas, que representará cada grupo taxonómico identificado.

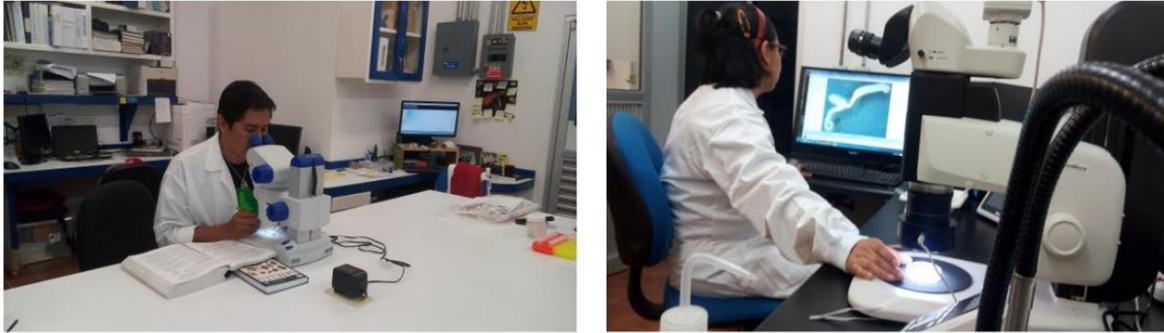


Figura IV.73. Análisis de identificación taxonómica de las muestras de bentos colectadas durante el trabajo de campo para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Una de las características más importantes de la zona es la diversidad de especies que habitan en el medio acuático. Muchos de los organismos que habitan en el sistema lagunar, y debido a los cambios que se pueden presentar en el mismo, poseen excelentes sistemas de osmorregulación y balance iónico. Los osmorreguladores mantienen sus fluidos internos relativamente a concentraciones constantes, a pesar de los cambios de salinidad en el ambiente.

Los grupos de invertebrados marinos en la zona de estudio incluyen a una gran diversidad de especies de numerosos grupos taxonómicos. Los más notables son los moluscos y los crustáceos. Algunos de los organismos pertenecientes a estos grupos tienen importancia comercial. Existen diversos estudios realizados en esta zona. Paéz (1991), realizó un análisis del contenido de metales traza en los bivalvos existentes en Navachiste, con el objeto de determinar condiciones para el cultivo de la ostra. Se determinó que existen tres macrobivalvos el sistema: la almeja (*Chione sp.*), la ostra (*Crassostrea Cortesiensis* y *C. Palmula*). De estas, la segunda es la más ampliamente distribuida en el sistema. El estudio reporta concentraciones de cadmio, cobalto, cromo, cobre, plomo, magnesio, níquel, hierro y zinc. Sin embargo, menciona que no existen datos de los niveles naturales en los bivalvos, para poder establecer una comparación.

Chávez *et al.* (1996), efectuaron un diagnóstico de la pesquería del camarón en la Bahía de Navachiste, mediante el análisis de captura y esfuerzo durante ocho temporadas de pesca. El camarón azul (*Litopenaus stylirostris*) es casi la única especie que aparece en las capturas. El rendimiento máximo sostenible se calculó en 900 toneladas anuales, las cuales se alcanzaron en la temporada de pesca de 1988 aplicando un esfuerzo de 4,200 pescadores. La pesquería entró en una etapa de sobreexplotación a partir de 1989, lo que provocó una reducción en el número de pescadores agremiados, debido a la participación de una cantidad creciente de pescadores ilegales. Por esta razón se recomendó mantener severamente controlado el acceso al recurso con el número de pescadores no mayor a 4,200 e incrementar la luz de las mallas para capturar camarones en etapa subadulta, (un poco antes de que emigren al mar). Además, se recomendó incrementar la vigilancia para impedir la actividad de los pescadores ilegales (changueros) en la bahía. A pesar de la presencia de numerosas especies de invertebrados (moluscos, crustáceos y equinodermos) de interés para la pesca en el litoral oriental de la porción central del Golfo de California, hay muchas que no son aprovechadas.

Fueron identificados un total de 74 especies, correspondientes a 14 taxas, los cuales pertenecieron a 10 Phylum: Annelida (Polychaeta); Arthropoda (Pycnogonida, Malacostraca, Ostracoda); Bryozoa; Chordata (Leptocardii), Echinodermata (Ophiuroidea); Mollusca (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda); Porifera; Sipuncula; Rhodophyta y Ochrophyta.

En términos de riqueza de especies, los Phylum con mayor representatividad fueron Mollusca con 34 especies pertenecientes a 20 familias; seguida de Annelida con 17 especies correspondiente a 14 familias y Arthropoda con 16 especies pertenecientes a 13 familias (Figura IV.74). En términos de abundancia, el Phylum Mollusca fue el mejor representado con 715 organismos, siendo *Dentalium sp.* la especie con mayor número de especímenes con 417. Seguida del Phylum Arthropoda con 386 organismos, registrando *Amphitoe sp.* el mayor número de individuos con 336. Mientras que el Phylum Annelida, registró una abundancia de 97 organismos, con *Ophelina acuminata* como la especie más representativa con 13 especímenes (Figura IV.75).

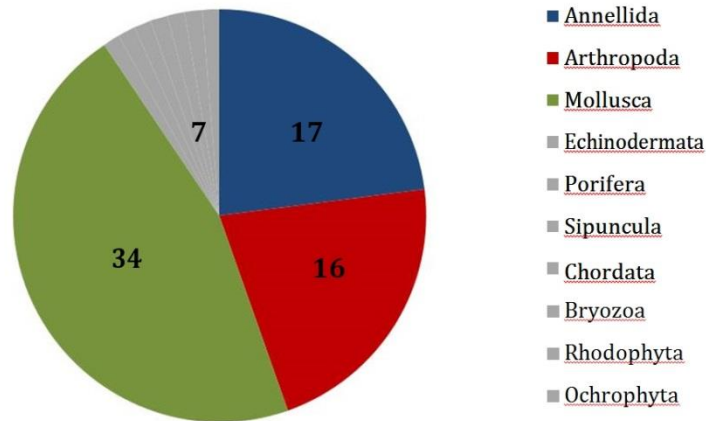


Figura IV.74. Riqueza específica (número de especies por Phylum) en muestras de bentos de la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

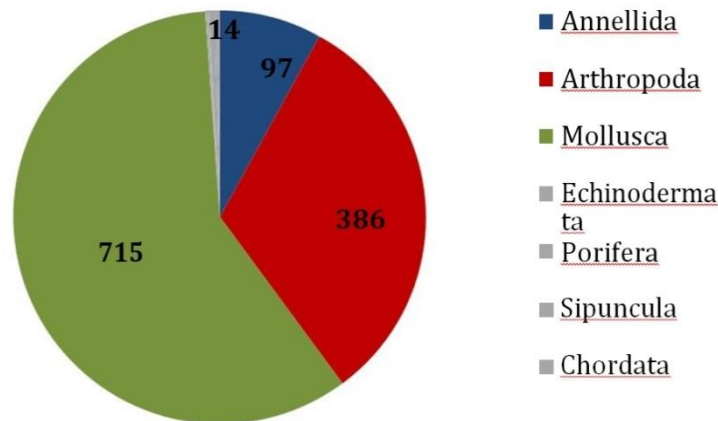


Figura IV.75. Abundancia de organismos por Phylum en muestras de bentos obtenidas de la Bahía de Ohuira, en marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Cabe mencionar que para los Phylum Bryozoa, Chordata, Echinodermata, Porifera, Sipuncula, Rhodophyta y Ochrophyta, se registró una especie para cada uno. En este sentido, las abundancias entre los 7 Phylum registraron solo 14 organismos, siendo el Phylum Chordata el de mayor número de individuos con 5 de la especie *Amphioxides sp.*

En términos de abundancia relativa por estación. Estas indicaron en primera instancia que la estación CIB1, fue la única que presentó un solo grupo con 100% de Cyanophytas, si bien se encontraron también restos de briozoarios y macroalgas que fueron identificados, éstos no se consideraron como organismos representativos del sitio debido a que se asumió fueron arrastrados por la corriente de marea al sitio de muestreo. El Phylum Mollusca, registró los valores máximos de abundancias en las estaciones CIB2, CIB3, CIB5, CIB6, CIB8 y CIB9, y Arthropoda en las estaciones CIB4 y CIB7. Por otro lado, las

estaciones con mayor representación del número de Phylum, fueron la estación CIB3 con 7, (Mollusca, Arthropoda, Annelida, Bryozoa, Chordata, Sipuncula y Echinodermata), seguido de la estación CIB7 con 6 (Mollusca, Arthropoda, Annelida, Porifera, Rhodophyta y Ochrophyta), y la estación CIB5 con 4 (Mollusca, Arthropoda, Annelida, Bryozoa). Cabe mencionar, en la estación CIB3, los phylum Bryozoa, Chordata, Sipuncula y Echinodermata, contribuyeron solo el 4% de la abundancia total de la estación. En este sentido, en la estación CIB los Phylum Porifera, Rhodophyta y Ochrophyta, aportaron el 1% de la abundancia, al igual que el Phylum Bryozoa en la estación CIB5 (Figura IV.76). En dicha figura el grupo "Otros" corresponde a los Phyla: Chordata, Echinodermata, Porifera, Sipuncula, Rhodophyta y Ochrophyta que tuvieron muy baja representación en todos los sitios de muestreo considerados para este estudio en Bahía de Ohuira.

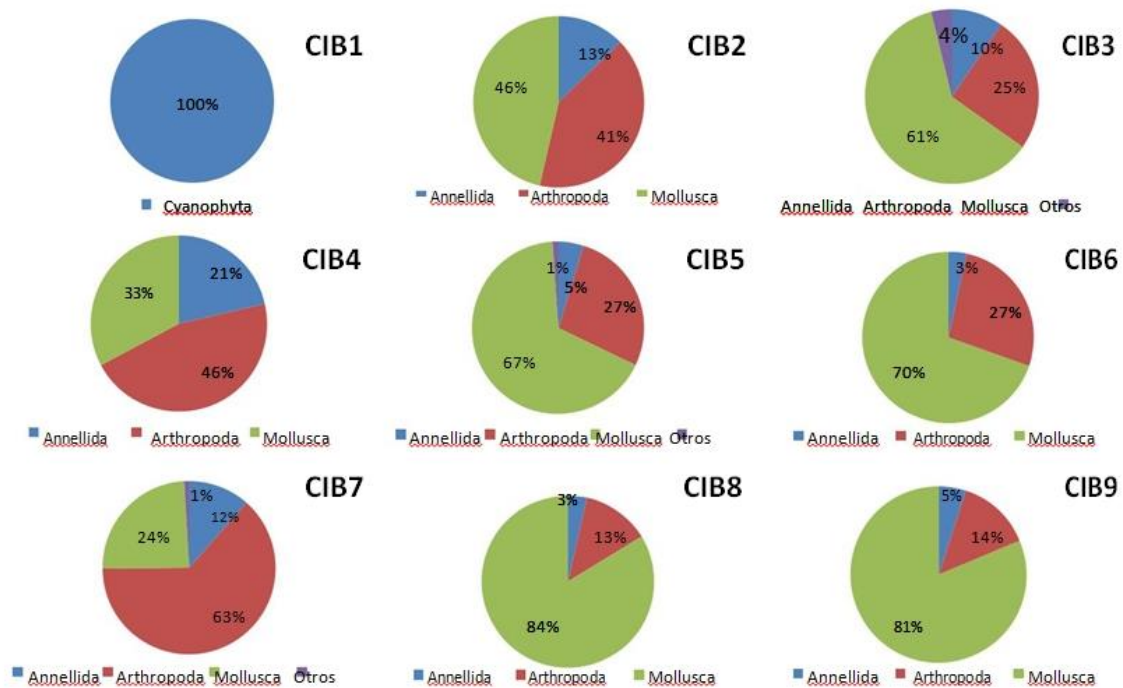


Figura IV.76. Abundancia relativa por estación de muestreo, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Con respecto a sus indicadores ecológicos. Estos registraron una diversidad (H') de 2.448 bits/ind, una equidad (J') de 0.569, y una dominancia de Simpson de 0.799, valores que están por encima de los reportados por Corrales-López et al (2014) con una diversidad H' =1.325, una equidad de J' =0.564 y una dominancia de Simpson de 0.453.

De las muestras de bentos obtenidas en el presente estudio no se encontró ninguna especie bajo algún estatus de protección especial.

Con respecto a la información reportada en la literatura de trabajos recientes se encontró que Corrales-López et al (2014) realizaron un estudio sobre las comunidades de invertebrados epibentónicos asociados a sustratos duros en la zona intermareal de las Bahías Ohuira y Topolobampo. Identificando para la Bahía de Ohuira un total de 714 organismos correspondientes a 27 especies, 5 grupos taxonómicos: Cnidaria, Annelida, Crustacea, Echinodermata y Mollusca; una diversidad (H') de 1.325, una equidad (J') de 0.564, y una dominancia de Simpson de 0.453. Las especies que sobresalieron por su frecuencia y abundancia fueron el cirrípedo *Chthamalus sp.*, el molusco gasterópodo *Cerithium stercusmuscarum*, el anfípodo *Hyale sp.* y el poliqueto *Spirorbis sp.*

Ruiz-Arreola et al., (2014) reportan en su colección de crustáceos decápodos en el sistema lagunar Topolobampo y sus costas adyacentes, a Bahía de Ohuira con 25 especies. Las especies reportadas con mayor número de ejemplares para Ohuira son: los brachiopodos *Petrolisthes gracilis* (Porcellanidae) con 39 organismos, *Petrolisthes schimitti* (Porcellanidae) con 33 y *Eurytium affine* (Xanthidae) con 27; la jaiba *Callinectes arcuatus* (Portunidae), el camarón *Farfantepenaeus californiensis* (Penaeidae) con 25, el cangrejo ermitaño *Clibanarius digueti* (Diogenidae) y el camarón *Alpheus tenuis* (Alpheidae) con 19.

Con respecto a macroalgas, se encuentran los estudios realizados por Pedroche et al. (1993) quienes elaboraron un listado taxonómico para el Pacífico Mexicano, registrando para Bahía de Ohuira, 2 especies de la división de Chlorophyta sp 4 de Phaeophyta y 9 de Rhodophyta, siendo las más comunes las especies *Acetabularia schenckii*, *Acetabularia farlowi*, *Gracilaria vermiculophylla*, *G. sjoestedtii*, *Spyridia filamentosa*, *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis*, *Halodule wrightii* y *Caulerpa sp.* Por su parte, Riosmena et al. (1993), reportan para el género Padina, (Phaeophyta) las especies *P. mexicana* y *P. concrescen*. Mientras que Aguilar-Rosas et al., (2009), describen nuevas de las especies *Sargassum sinicola*, *Scinaia johnstoniae* y *Lithothamnion margaritae*.

IV.13.5. Plancton.

En este apartado se muestran los resultados del análisis de plancton realizado por el CIBNOR en marzo del 2016 en el sitio del proyecto (Anexo E). Se denomina Plancton al conjunto de organismos de tamaño pequeño (<3 cm) que tienen como característica principal habitar la columna de agua y que tienen una capacidad limitada de contrarrestar las corrientes. En términos generales se distinguen dos componentes: el fitoplancton que incluye organismos autótrofos y el zooplancton que son el componente heterotrófico.

Gran parte de los organismos pasan todo su ciclo de vida en la columna de agua formando parte de esta comunidad del plancton y estos han sido definidos como holoplancton (por ejemplo: diatomeas, dinoflagelados, copépodos, eufáusidos y cladóceros) mientras que aquellos que permanecen solo algunas fases de su ciclo de vida se conocen como meroplancton (por ejemplo: larvas de crustáceos, larvas de equinodermos, larvas de peces). El plancton realiza la mayor movilización de biomasa del planeta diariamente en su migración vertical diaria que en términos de energía y biomasa movilizadas constituye lo que se conoce la bomba biológica que controla gran parte de la biogeoquímica orgánica del océano. El fitoplancton contribuye con cerca del 50% de la producción primaria del planeta. El conocimiento de la diversidad biogeografía, abundancia, ecología, fisiología y evolución de esta comunidad, son indicadores del potencial productivo de los ecosistemas que para intereses de los humanos reditúan en la biomasa disponible para las pesquerías. Los organismos del plancton pueden ser útiles indicadores de los cambios ocurridos en los ecosistemas por su rápida respuesta a las condiciones ambientales dictada por sus relativamente cortos ciclos de vida y sensibilidad a la contaminación.

Las muestras de plancton se obtuvieron a bordo de una lancha con motor fuera de borda en ocho estaciones (CIB2-CIB9) ubicadas en Bahía de Ohuira. Se realizaron arrastres superficiales en semicírculo a sotavento con red cónica simple de 50 cm de diámetro de boca y luz de malla de 333 µm durante 5 minutos. Para estimar los volúmenes de agua filtrada se colocó un flujómetro previamente calibrado al centro de la red. La velocidad de los arrastres se mantuvo constante a 1.5 nudos de velocidad o hasta que la red se vio completamente extendida y el aro sobresalió ligeramente en superficie. Después de cada arrastre el material se recolectó lavando el copo con agua de mar y se depositó en frascos

de 500 ml debidamente etiquetados externa e internamente. Todas las muestras se preservaron en alcohol al 90% haciéndose el recambio de éste a las 24 horas.

El análisis consistió en la medición de la biomasa del zooplancton de cada muestra recolectada mediante el método de volumen desplazado (Beers, 1976). Se estimó la abundancia del zooplancton total y para obtener información sobre la estructura del zooplancton se efectuaron análisis taxonómicos a nivel de grandes grupos. La muestra se fraccionó en alícuotas o en el caso de que las muestras tuvieran poca biomasa, entonces se revisó en su totalidad no siendo necesario fraccionar en alícuotas. Estas fracciones se depositaron en una caja de Petri reticulada, los organismos se identificaron y contabilizarán con ayuda de un microscopio estereoscópico marca Zeiss modelo Stemi 4.

Fitoplancton. El primer estudio de que se tiene conocimiento referente a las poblaciones fitoplanctónicas realizado en el sistema lagunar, fue el realizado por Gilmartin y Revelante (1978), en la Laguna Ohuira (Bahía Ohuira). Este trabajo determinó que la Laguna Ohuira era una de las zonas más productivas del lado del macizo oriental del Golfo de California, en cuanto a producción de materia orgánica se refiere. Además, puntualizó al nanofitoplancton (organismos menores de 20 μm) como grupo dominante, que aportaba, aproximadamente el 74 % de la concentración total de clorofila a.

Ayala-Rodríguez, 2008. Reporta que las abundancias totales de fitoplancton en la laguna Ohuira, se comportaron siempre un poco más altas que en las otras dos lagunas con valores cercanos a los 15×10^6 cél-l-1, a excepción de la porción nornordeste de la Bahía durante los meses de agosto y septiembre, en donde se observaron proliferaciones de cianobacterias del género *Lyngbya*, elevando las densidades hasta 160.11 y 281.41×10^6 cél-l-1, valores máximos alcanzados para todo el sistema durante todo el periodo de estudio (Noviembre 2004-Febrero de 2006). Así mismo el mismo autor señala que en Ohuira se observó una variabilidad muy diferente, respecto a las abundancias de microfitoplancton que lo registrado en las otras dos lagunas, con alta contribución del grupo de las diatomeas en la primera parte de los meses cálidos y un incremento bien definido de los dinoflagelados al final de estos mismos meses de verano, dado principalmente por las proliferaciones de *Alexandrium sp*, *Pentaparsodinium sp*, *Prorocentrum minimum* y otros géneros no identificados de dinoflagelados tecados. Destaca que Ohuira fue la laguna que presentó el mayor número de proliferaciones y

representantes potencialmente nocivos o tóxicos, llegando a alcanzar las más altas densidades de todo el sistema, dado por una proliferación de *Lyngbya sp* ($260.67 \cdot 10^6$ células l^{-1}) que se prolongó durante 2 meses (agosto y septiembre) y se observó codominando con la diatomea *Cylindrotheca closterium*. Los eventos registrados en esta laguna se presentaron a lo largo de todo el año y se llegaron a registrar otros taxa potencialmente nocivos, como cianobacterias de los géneros *Anabaena* y *Lyngbya*; así como los dinoflagelados *Pentaparsodinium sp*, *Peridinium quinquecorne* y *Prorocentrum minimum*, así como una proliferación de la prasinofita *Pyramimonas sp*.

Zooplankton. Los resultados de la biomasa zooplanctónica obtenidos a partir de las 8 muestras denotan que la estación CIB8 presentó el mayor volumen (32 ml), lo cual puede deberse a que se encuentra localizada en zona de poca profundidad (-2 m), lo que facilita la concentración de organismos. En contraste los volúmenes registrados en la porción central, son bajos (4ml), posiblemente por la influencia de las corrientes, ya que estas pueden ocasionar un efecto de dispersión en los organismos (Figura IV.77).

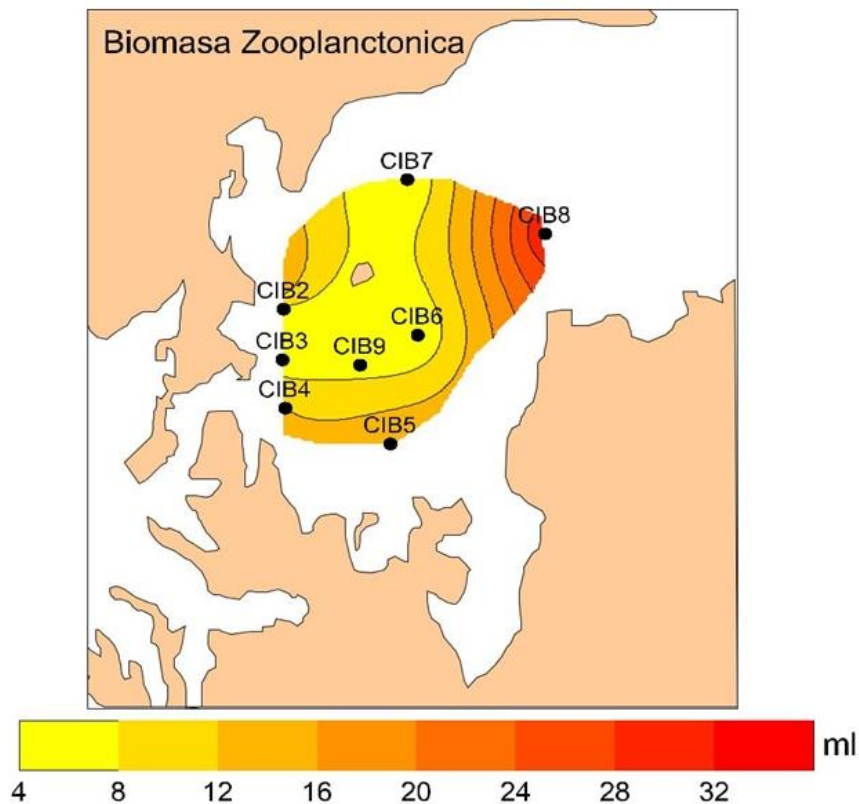


Figura IV.77. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica obtenida para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

A partir de las muestras obtenidas, se separaron 9 grupos de organismos zooplanctonicos, los cuales presentaron poca variación en su presencia y ausencia durante el periodo de muestro, tal como se muestra en la Tabla IV.38.

Tabla IV.38. Grupos zooplanctónicos identificados por estación de muestreo en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Grupo/Estación	CIB2	CIB3	CIB4	CIB5	CIB6	CIB7	CIB8	CIB9
Chaetognata	X	X	X	X	X	X	X	X
Mysidacea	X	X	X	X	X	X	X	X
Amphipoda		X	X		X	X		
Isopoda	X	X	X	X	X	X	X	X
Copepoda	X	X	X	X	X	X	X	X
Decapoda	X	X	X	X	X	X	X	X
Gastropoda			X	X	X		X	
Pteropoda	X			X	X			
Ictioplancton	X	X	X	X	X	X	X	X
	7	7	7	7	9	6	6	5

De los 9 grupos registrados, cinco (Chaetognata, Mysidacea, Copepoda, Decapoda e Ictioplancton) fueron permanentes en todas las estaciones, mientras que los grupos Amphipoda, Isopoda, Gastropoda y Pteropoda tuvieron variaciones sin mostrar un patrón definido (Tabla IV.38).

Los valores de diversidad obtenidos a partir del Índice de Shannon (H'), para cada una de las estaciones de muestreo mostraron valores por debajo a 1 (.3 ~ .8 bits/taxa; Figura IV.78). La distribución de los valores de H' , denota la distribución homogénea a lo largo del periodo de estudio, denotando claramente un descenso en las estaciones interiores (CIB6 a CIB9). En lo que respecta los valores de equidad (J'), son muy similares a los obtenidos de H' , esto debido a la poca variabilidad encontrada entre las estaciones.

Con respecto a la abundancia relativa del total de los grupos zooplanctonicos registrados en las 8 estaciones durante el periodo de estudio, se observó que cinco grupos corresponden al 95% de la abundancia relativa, el Copepoda (75.5%), Decapoda (10%), Ictioplancton (6.4%), Chaetognata (4.58%) y Gastropoda (3.8%) (Figura IV.79).

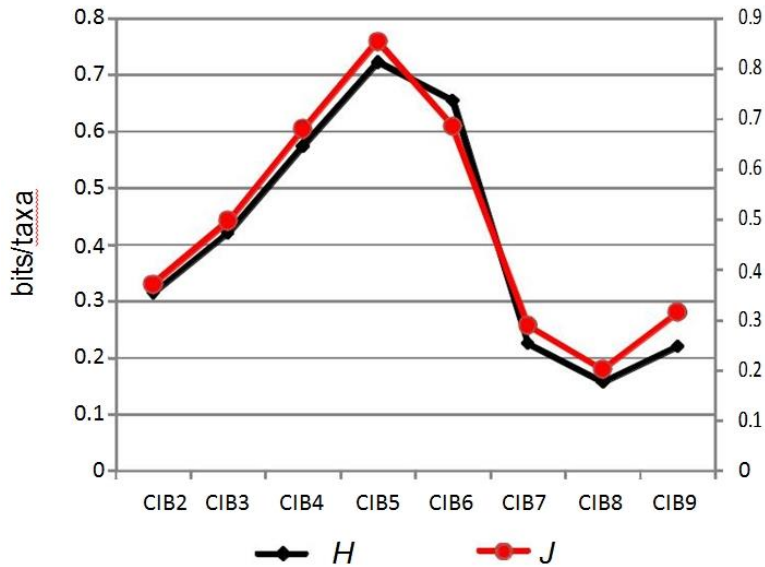


Figura IV.78. Diversidad de Shannon (H) y Equidad (J) de los grupos zooplanctónicos encontrados en cada estación de muestreo para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

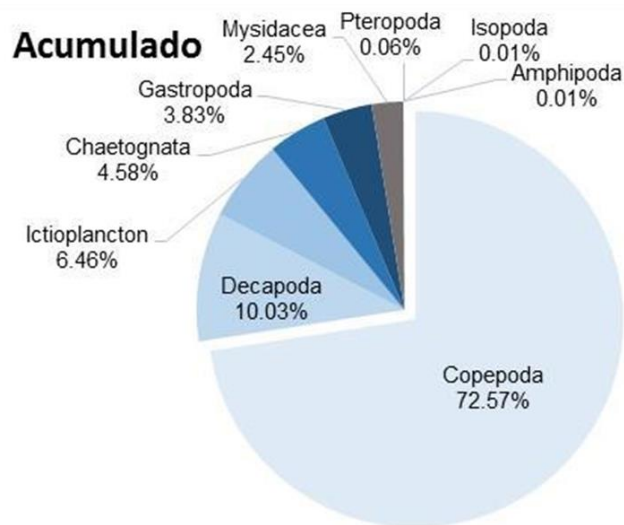


Figura IV.79. Abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos obtenidos para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

En lo que respecta a la abundancia relativa por estación (Figura IV.80), se encontró que el Copepoda dominó en 7 de las 8 estaciones, teniendo que en la estación CIB5, quedo en segundo lugar (20.4%), cabe notar que esta estación fue la que presentó más homogeneidad en la abundancia de los grupos (Tabla IV.39).

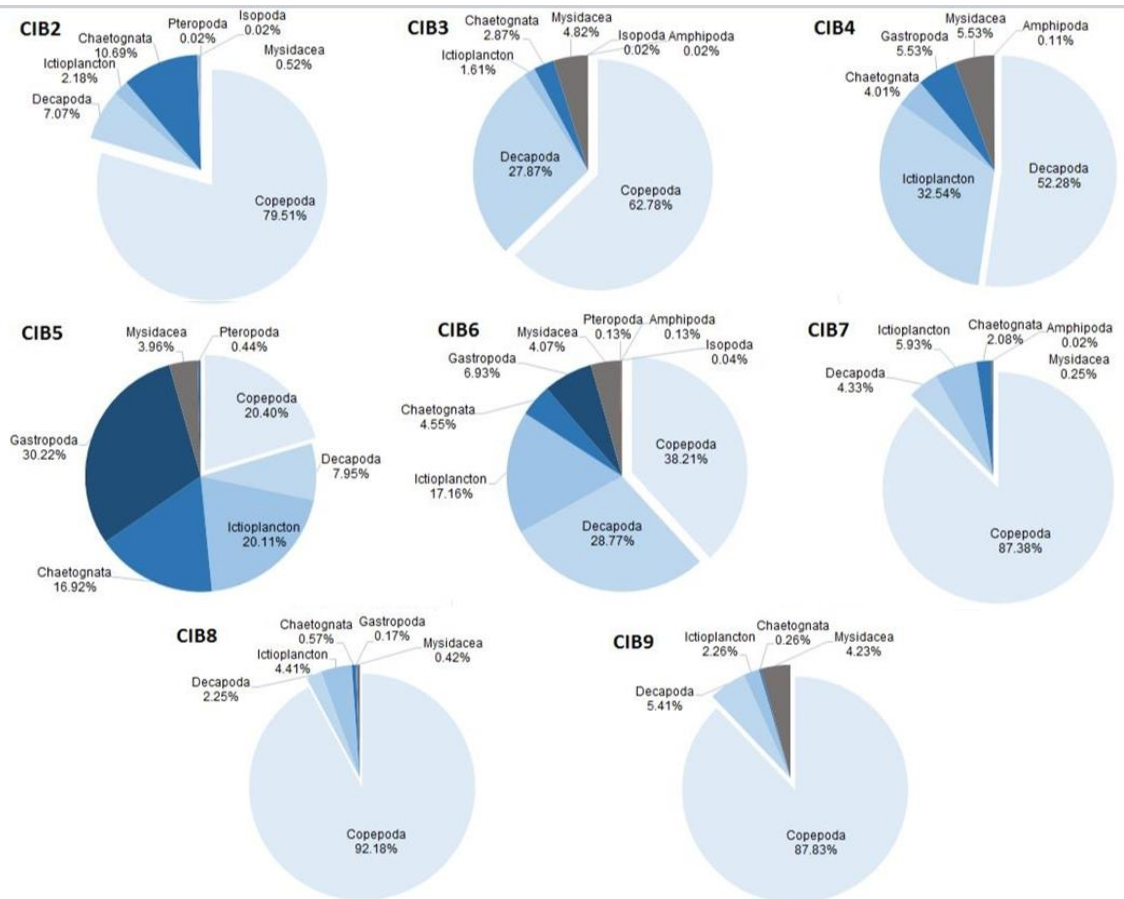


Figura IV.80 Abundancia relativa por estación de los grupos taxonómicos encontrados para el presente estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Tabla IV.39. Abundancia relativa por estación de los grupos zooplanctónicos en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

Grupo	CIB2	CIB3	CIB4	CIB5	CIB6	CIB7	CIB8	CIB9	Total %
Copepoda	79.51	62.78	45.60	20.40	38.21	87.38	92.18	87.83	72.57
Decapoda	7.07	27.87	28.44	7.95	28.77	4.33	2.25	5.41	10.03
Ictioplancton	2.18	1.61	17.70	20.11	17.16	5.93	4.41	2.26	6.46
Chaetognata	10.69	2.87	2.18	16.92	4.55	2.08	0.57	0.26	4.58
Gastropoda			3.01	30.22	6.93		0.17		3.83
Mysidacea	0.52	4.82	3.01	3.96	4.07	0.25	0.42	4.23	2.45
Pteropoda	0.02			0.44	0.13				0.06
Amphipoda		0.02	0.06		0.13	0.02			0.01
Isopoda	0.02	0.02			0.04				0.01

La distribución espacial de los grupos zooplanctónicos registrados en el área de estudio se muestra en la Figura IV.81. Los grupos zooplanctónicos encontrados durante el periodo de estudio y su variación espacial, concuerdan con lo registrado por Brinton et al (1986), quien menciona que los grupos dominantes son el copepoda, decapoda, y que

estos se presentan a lo largo del año. Sin embargo, es importante denotar la baja diversidad, comparada con otras zonas o lagunas costeras en el Golfo de California, esto es debido que, a partir de un solo muestreo, no es posible visualizar cambios en la estructura de poblaciones, variaciones de los grupos zooplanctónicos ni la presencia de otros grupos que podrían registrarse durante verano.

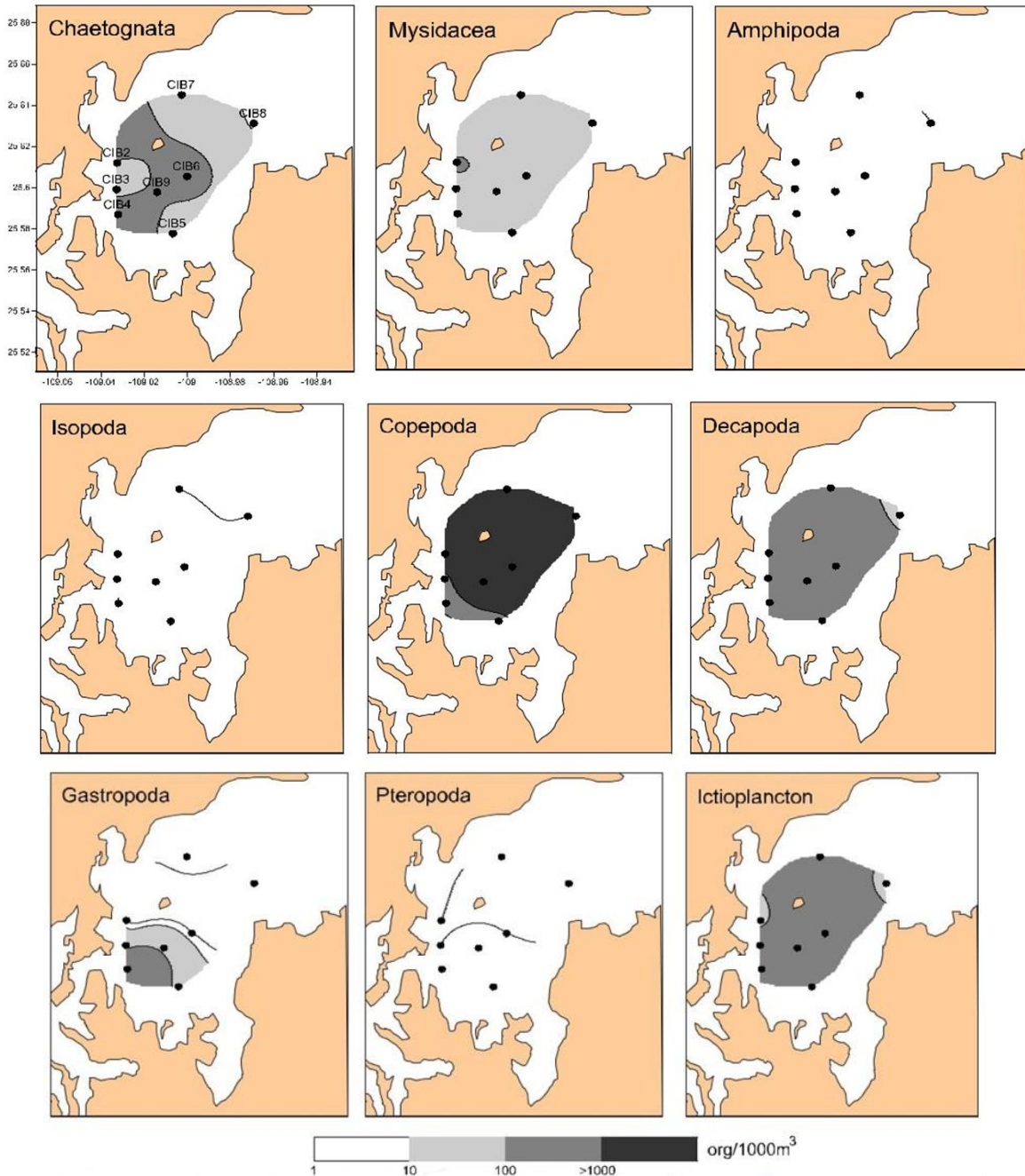


Figura IV.81. Distribución espacial de los grupos zooplanctónicos encontrados para este estudio en Bahía de Ohuira, durante marzo de 2016 (Fuente: CIBNOR, 2016).

En la literatura se reporta que, en términos generales, la Bahía de Ohuira mantiene mayores abundancias de microzooplancton a lo largo del año que la Bahía de Topolobampo que concentra la mayor abundancia de macrozooplancton. Las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica en las tres lagunas se observa durante los meses fríos, en Ohuira se registraron valores máximos de $30 \text{ org}\cdot\text{l}^{-1} \cdot 10^3$ representados mayormente por el grupo de los ciliados (Ayala-Rodríguez, 2008).

IV.13.6. Aves.

En la región existe una gran diversidad de avifauna, de las cuales algunas son endémicas a México, una más tiene distribución restringida a México y áreas aledañas y ninguna especie restringida a la provincia (Escalante, 1993). Estas aves ocupan de manera diferenciada los distintos ecosistemas, incluyendo las áreas de cultivo, el manglar y el litoral. Las islas en la bahía han sido descritas como áreas muy importantes para anidación y descanso de aves, y pertenecen al Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California" (zona sur). Entre las aves que se encuentran anidando en la Isla Patos, la más cercana al proyecto, se observaron colonias de pelicano gris (*Pelecanus occidentalis*), del cormorán o pato buzo (*Phalacrocorax auritus*) y de la fragata (*Fregata magnificens*).

En el sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira también se encuentran especies de avifauna como el quebrantahuesos, halcones y garzas, incluyendo algunas sujetas a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 tales como la gaviota ploma (*Larus heermanni*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*) y el charrán elegante (*Thalasseus elegans*). Ninguna de estas especies anida sobre las áreas que ocupará el proyecto.

Para identificar las especies de fauna en el área del proyecto primero se hizo un listado de la distribución de especies del Sistema Ambiental Regional. Cuando se habla de distribución deben distinguirse dos categorías diferentes: la distribución real, que se refiere a los sitios en los que se han observado o colectado individuos y la distribución potencial, que hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares

a los sitios donde se encuentran las especies y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas mismas. El concepto de distribución potencial resulta ser sumamente útil debido a que permite salvar en problema de que, en países tan grandes y complejos como México, resulta prácticamente imposible disponer de información para todo el territorio.

Los datos utilizados para el desarrollo del listado incluyeron la información de fuentes oficiales como el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO y de Howell (1995)¹¹, así como observaciones de la distribución real hechas en el sitio del proyecto. De esta forma, en el caso de las aves se obtuvo un estimado de 304 especies y de 22 ordenes (Tabla IV.40), presentes en el SAR; se reporta además la presencia de 3 subespecies pertenecientes a 3 de esas 304 especies. Al contrastar esta lista con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encontró un total de 35 especies y 1 subespecie en alguna categoría de protección (Tabla IV.42).

Tabla IV.40. Especies de aves en el sitio según su Orden.

ORDEN	ESPECIES	ORDEN	ESPECIES
Anseriformes	23	Gaviiformes	2
Accipitriformes	15	Gruiformes	9
Apodiformes	10	Passeriformes	120
Caprimulgiformes	4	Pelecaniformes	18
Cathartiformes	2	Piciformes	4
Charadriiformes	54	Podicipediformes	3
Ciconiformes	1	Procellariiformes	4
Columbiformes	7	Psittaciformes	1
Coraciformes	2	Strigiformes	8
Cuculiformes	2	Suliformes	6
Falconiformes	6	Total de Especies	304
Galliformes	3		

Para tener datos del área de interés continuación, se realizaron tres visitas a campo en el Área de Proyecto, del 18 al 21 de febrero y del 6 al 8 de abril de 2016 y del 6 a 10 de marzo de 2017, cuyos resultados se presentan en el Anexo H. La Tabla IV.41 presenta la lista de las especies observadas en la zona costera del proyecto. El listado completo de especies de aves con distribución potencial y registradas en campo se encuentran

¹¹ Howell, Steve N.G. y Sophie Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. Primera edición. Nueva York, EUA.

también en el Anexo H. Es importante mencionar que durante el periodo en el que se realizaron las visitas en sitio para el muestreo de aves (de febrero a abril) se encuentran tanto las especies de residencia permanente, como la mayoría de las especies migratorias. Sin embargo, si se requiere conocer más sobre la distribución espacial y temporal de este grupo, se recomienda promover estudios más detallados considerando la estacionalidad.

Tabla IV.41. Especies de aves observadas en el AI del proyecto en 2016 y 2017.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Gremio
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	Frugívoro-Insectívoro
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor	Frugívoro-Insectívoro
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	Granívoro
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	Granívoro
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	Granívoro
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	Omnívoro
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo Pico Grueso	Insectívoro
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	Omnívoro
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	Omnívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedras Rojizo	Insectívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero Diminuto	Omnívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Norteamericana	Omnívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	Omnívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	Insectívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	Insectívoro
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero Pihuiú	Omnívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán Pico Grueso	Insectívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Reidora	Omnívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota Plomiza	Omnívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota Pico Anillado	Omnívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus californicus</i>	Gaviota Californiana	Omnívoro
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán Real	Omnívoro
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	Piscívoro
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	Piscívoro
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	Piscívoro
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza Dedos Dorados	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garza Rojiza	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza Tricolor	Piscívoro
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna Corona Clara	Piscívoro

Tabla IV.41. Especies de aves observadas en el AI del proyecto en 2016 y 2017.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Gremio
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	Carroñero-Carnívoro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	Carroñero-Carnívoro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Piscívoro
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	Piscívoro
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	Piscívoro
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	Carroñero-Carnívoro
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	Carnívoro
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Insectívoro
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	Insectívoro
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño	Omnívoro
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera	Insectívoro
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina Bicolor	Frugívoro-Insectívoro
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	Omnívoro
Passeriformes	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión Sabanero	Insectívoro
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón	Piscívoro-Carnívoro
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	Omnívoro

Específicamente en el Área de Influencia del proyecto se registraron 48 especies, las cuales pertenecen a 11 órdenes, 24 familias y 40 géneros. En cuanto a estatus de protección, sólo 3 especies se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Larus heermanni*, *Egretta rufescens* y *Parabuteo unicinctus*, las dos primeras son las únicas que se ubican con categoría de riesgo en la lista Roja de la IUCN, específicamente como casi amenazadas (NT); en los apéndices de la CITES sólo se encuentran 6 especies: *Pandion haliaetus*, *Parabuteo unicinctus*, *Buteo jamaicensis*, *Caracara cheriway* y *Falco columbarius* en el II, mientras que *Dendrocygna autumnalis* en el III. No se registraron especies endémicas dentro del Área del Proyecto.

Es importante mencionar que el 96% de las especies registradas en el Área del Proyecto se distribuyen también a lo largo del SAR, ya que en el Área del Proyecto no hay sitios para anidación y/o descanso. Su presencia en el Área del Proyecto podría atribuirse a su vez, a la presencia de alimento; la mayoría de dichas especies pertenecen al gremio alimenticio omnívoro (15 especies), pero también hay una representación significativa de los piscívoros (13 especies) y de los insectívoros (9 especies).

La presencia de fuentes de alimento, como los peces e insectos, en otras zonas de las Bahías de Ohuira y Topolobampo, sugiere que las actividades del proyecto no afectarán significativamente los hábitos alimenticios de las aves.

La Tabla IV.42 presenta las especies del sistema ambiental regional incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.42. Especies del SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SINONIMIA
ANSERIFORMES			
Anatidae	<i>Branta bernicla nigricans</i>	ganso de collar	
ACCIPITRIFORMES			
Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	águila real	
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	gavilán de Cooper	<i>Accipiter cooperi</i>
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	gavilán pecho-rufo	
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	
Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	aguililla de Swainson	
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	
Accipitridae	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	águila cabeza-blanca	
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	aguililla rojinegra	
CHARADRIIFORMES			
Charadriidae	<i>Charadrius melodus</i>	chorlo chiflador	
Laridae	<i>Larus heermanni</i>	gaviota ploma	
Laridae	<i>Larus livens</i>	gaviota patamarilla	
Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	golondrina marina menor, charrán mínimo	<i>Sterna antillarum</i>
Laridae	<i>Thalasseus elegans</i>	charrán elegante	<i>Sterna elegans</i>
CICONIIFORMES			
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	cigüeña americana	
FALCONIFORMES			
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	halcón fajado	
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	
GRUIFORMES			
Gruidae	<i>Antigone canadensis</i>	grulla gris	<i>Grus canadensis</i>
Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	rascón cuello-rufo	
Rallidae	<i>Rallus limicola</i>	rascón limícola	
Rallidae	<i>Rallus tenuirostris</i>	rascón picudo	<i>Rallus longirostris</i>
PASSERIFORMES			
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	
Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	chipe de Tolmie, chipe de Potosí	<i>Oporornis tolmiei</i>
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	
PELACANIFORMES			
Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	avetoro norteño, avetoro del Eje Neovolcánico	
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garza colorada, garza morada, garza rojiza, garceta rojiza, garza melenuda	
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	avetoro mínimo, avetorito americano, garcita de tular, garzo tigre del tular	
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	garza tigre mexicana, garza pescuezuda, cuervo de agua, gran mascuán, acalote	
PROCELLARIIFORMES			
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma melania</i>	pañño negro	
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	pañño mínimo	
Procellariidae	<i>Puffinus opisthomelas</i>	pardela mexicana	
Procellariidae	<i>Ardenna creatopus</i>	pardela pata rosada	<i>Puffinus creatopus</i>
PODICIPEDIFORMES			
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor, zambullidor chico,	

Tabla IV.42. Especies del SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SINONIMIA
		zambullidorcito, zampullín macacito	
PSITTACIFORMES			
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	loro de frente blancaotorra guayabera, loro manglero, perico norteño	
SULIFORMES			
Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	bobo pata azul	
STRIGIFORMES			
Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	búho cuerno corto	

La Tabla IV.43 presenta las especies incluidas en la norma de acuerdo con su categoría de protección, incluyendo su categoría CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y su categoría IUCN (International Union for Conservation of Nature). De aquí se desprende que en el SAR existen 23 especies sujetas a protección especial (Pr), 3 en peligro de extinción (P) y 9 amenazadas (A), además de una subespecie dentro de esta última categoría.

Tabla IV.43. Especies incluidas en la NOM-059, IUCN y CITES según su categoría.

Nombre Científico	CATEGORÍA	CATEGORÍA IUCN	CITES
<i>Branta bernicla nigricans</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Aquila chrysaetos</i>	A	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Falco femoralis</i>	A	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Aramides axillaris</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Rallus limicola</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Rallus tenuirostris</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Botaurus lentiginosus</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Oceanodroma melania</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Oceanodroma microsoma</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Geothlypis tolmiei</i>	A	Preocupación Menor (LC)	
<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	P	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Charadrius melodus</i>	P	Casi Amenazado (NT)	
<i>Puffinus opisthomelas</i>	P	Casi Amenazado (NT)	
<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Accipiter striatus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Buteo albonotatus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Larus heermanni</i>	Pr	Casi Amenazado (NT)	
<i>Larus livens</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Sternula antillarum</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Thalasseus elegans</i>	Pr	Casi Amenazado (NT)	
<i>Mycteria americana</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Falco peregrinus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	I
<i>Antigone canadensis</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO: "TERMINAL PORTUARIA GPO"

<i>Egretta rufescens</i>	Pr	Casi Amenazado (NT)	
<i>Ixobrychus exilis</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Ardenna creatopus</i>	Pr	Vulnerable (VU)	
<i>Amazona albifrons</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Sula nebouxii</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	
<i>Asio flammeus</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	II
<i>Passerina ciris</i>	Pr	Casi Amenazado (NT)	
<i>Vireo pallens</i>	Pr	Preocupación Menor (LC)	

Para identificar las especies que pueden ocupar un espacio con las características del sitio del proyecto se hizo un nuevo listado (Tabla IV.44) en el que se incluyeron los hábitats que ocupa cada especie e identificando las que se encuentran en el Sistema Ambiental Regional (S), las que se encuentran en el área de influencia (I) y las que se encuentran en el área que ocupará el proyecto (A).

Tabla IV.44. Especies incluidas en la NOM-059, de acuerdo a su hábitat.

Nombre Científico	Zonas boscosas	Bosque espinoso	Bosque húmedo a semiárido	Bosques deciduos y semideciduos	Parches de vegetación densa	Zonas áridas y semiáridas	Vegetación secundaria	Pastizales	Tierras de cultivo	Manglares	Lagos	Marismas de agua dulce	Estuarios	Marismas	Bahías	Lagunas costeras	Playas de arena	Costas rocosas	Islas	Costero (oc. vis. desde tierra)	Costero (fr. vis. desde tierra)	Pélagico (vis. desde tierra)
<i>Branta bernicla nigricans</i>															S							
<i>Aquila chrysaetos</i>					S		S															
<i>Falco femoralis</i>							S															
<i>Aramides axillaris</i>									I													
<i>Rallus limicola</i>												S										
<i>Rallus tenuirostris</i>												S										
<i>Botaurus lentiginosus</i>												S		A								
<i>Oceanodroma melania</i>																					S	
<i>Oceanodroma microsoma</i>																					S	
<i>Geothlypis tolmiei</i>			S				S															
<i>Haliaeetus leucocephalus</i>											S		S									
<i>Charadrius melodus</i>													A			I	S					
<i>Puffinus opisthomelas</i>																						S
<i>Accipiter cooperii</i>																						S
<i>Accipiter striatus</i>	S																					
<i>Buteo albonotatus</i>						S																
<i>Buteo swainsoni</i>								S	S													
<i>Buteogallus anthracinus</i>				S					S	I				A		I	S	S	S			
<i>Parabuteo unicinctus</i>						S								A								
<i>Larus heermanni</i>													S	A	S		S	S				
<i>Larus livens</i>													S		S		S	S				
<i>Sternula antillarum</i>													S	A		I	S					
<i>Thalasseus elegans</i>														A	S	I	S	S	S			

Tabla IV.44. Especies incluidas en la NOM-059, de acuerdo a su hábitat.

Nombre Científico	Zonas boscosas	Bosque espinoso	Bosque húmedo a semiárido	Bosques deciduos y semideciduos	Parches de vegetación densa	Zonas áridas y semiáridas	Vegetación secundaria	Pastizales	Tierras de cultivo	Manglares	Lagos	Marismas de agua dulce	Estuarios	Marismas	Bahías	Lagunas costeras	Playas de arena	Costas rocosas	Islas	Costero (oc. vis. desde tierra)	Costero (fr. vis. desde tierra)	Pelágico (vis. desde tierra)	
<i>Mycteria americana</i>												S		A									
<i>Falco peregrinus</i>					S					I						I		S					
<i>Antigone canadensis</i>									S		S			A									
<i>Egretta rufescens</i>													S			I	S						
<i>Ixobrychus exilis</i>												S		A									
<i>Tigrisoma mexicanum</i>										I		S		A									
<i>Tachybaptus dominicus</i>										I			S	A									
<i>Ardenna creatopus</i>																						S	
<i>Amazona albifrons</i>				S																			
<i>Sula nebouxii</i>																					S		
<i>Asio flammeus</i>							S					S											
<i>Passerina ciris</i>		S			S	S																	
<i>Vireo pallens</i>										I													

Con esto se obtuvo que hay 12 especies que pueden encontrarse en el sitio del proyecto, 4 más en el área de influencia y 20 especies que ocupan otros hábitats. Es importante hacer notar que otras especies, como las gaviotas, pueden observarse en sitios que no necesariamente son áreas de importancia para la especie.

Tabla IV.45. Especies del SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a su estacionalidad.

Nombre Científico	Residencia permanente	Época de anidación en el hemisferio norte	Época de invernación en el hemisferio norte	Invierno	Verano	Tránsito	Usando sitios con y sin clima extremo	Pelágico
<i>Amazona albifrons</i>	X							
<i>Aramides axillaris</i> *	X							
<i>Asio flammeus</i>	X							
<i>Egretta rufescens</i>	X							
<i>Falco femoralis</i>	X							
<i>Larus heermanni</i>	X							
<i>Larus livens</i>	X							
<i>Mycteria americana</i>	X							
<i>Parabuteo unicinctus</i>	X							
<i>Rallus tenuirostris</i>	X							
<i>Tachybaptus dominicus</i>	X							
<i>Tigrisoma mexicanum</i> *	X							

Tabla IV.45. Especies del SAR incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a su estacionalidad.

Nombre Científico	Residencia permanente	Época de anidación en el hemisferio norte	Época de invernación en el hemisferio norte	Invierno	Verano	Tránsito	Usando sitios con y sin clima extremo	Pelágico
<i>Vireo pallens</i>	X							
<i>Accipiter cooperii</i>				X				
<i>Accipiter striatus</i>				X				
<i>Aquila chrysaetos</i>								
<i>Botaurus lentiginosus</i>				X				
<i>Branta bernicla nigricans</i>				X				
<i>Buteo albonotatus</i>				X			X	
<i>Buteo swainsoni</i>						X		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	X							
<i>Charadrius melodus</i> *				X				
<i>Falco peregrinus</i>				X	X			
<i>Antigone canadensis</i> *				X				
<i>Haliaeetus leucocephalus</i>				X				
<i>Ixobrychus exilis</i>					X			
<i>Oceanodroma melania</i>								
<i>Oceanodroma microsoma</i>								
<i>Geothlypis tolmiei</i>			X	X			X	
<i>Passerina ciris</i>				X				
<i>Ardenna creatopus</i>								
<i>Puffinus opisthomelas</i>								
<i>Rallus limicola</i>				X				
<i>Sternula antillarum</i> *					X			
<i>Thalasseus elegans</i>					X			
<i>Sula nebouxii</i>								

Nota: La norma hace referencia a *Sterna elegans*, que actualmente se reconoce como *Thalasseus elegans*.

Con base en la distribución potencial se consideró que hay 12 especies que ocupan el sitio del proyecto o el área de influencia en verano o como residentes permanentes y 3 se presentarían sólo en invierno, cuando el terreno está mayormente seco y proporciona escasos servicios a las aves. Sin embargo, tomando en cuenta la distribución observada de las especies según lo reportado por Howell (1995) y la CONABIO¹², las especies *Aramides axillaris*, *Charadrius melodus*, *Tigrisoma mexicanum* y *Grus Canadensis* no se encontraría en la zona, lo que reduce el número de especies enlistadas en la norma, que se pueden hallar en el sitio del proyecto y la zona de influencia, de 15 a 11. Cabe señalar que los trabajos sobre aves en el complejo lagunar Ohuíra-Topolobampo-Santa María no son tan extensos como en otros humedales sinaloenses, por lo que el listado no se considera definitivo y está sujeto a modificaciones en base a observaciones futuras y a los

¹² <http://avesmx.conabio.gob.mx/>

inventarios que puedan desarrollarse en los programas de seguimiento ambiental del proyecto.



Figura IV.82. Cormorán (*Phalacrocorax auritus*).



Figura IV.83. Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) en la bahía.

A pesar de la presencia de algunas especies en alguna categoría de protección, el área para el proyecto no constituye un área relacionada directamente con su conservación. Por ejemplo, *Thalasseus elegans* es una especie importante en el ecosistema del Golfo de California, debido a ser numerosa durante su temporada de anidación (marzo a julio). Se alimenta de pequeños peces pelágicos menores, que constituyen el segundo nivel trófico del ecosistema marino pelágico, después del fito y zooplancton. Este tipo de peces se encuentran en el sitio del proyecto.

En cuanto amenazas para dicha especie, estas consisten en la presencia de especies introducidas en las islas en donde anida, principalmente Isla Rasa (Banks 1963, Velarde y Anderson 1993). Este riesgo ya no existe actualmente, ya que las ratas fueron erradicadas de Isla Rasa. Sin embargo, sigue existiendo en algunas de las otras islas en donde anidaban en el pasado, por ejemplo, en Isla Isabela existen ratas y gatos introducidos. Un caso similar es el de las gaviotas como *Larus hermannii*.

IV.13.7. Anfibios y Reptiles.

Los anfibios y reptiles son uno de los grupos más vulnerables a la perturbación del hábitat, pues son sumamente sensibles a los cambios en la calidad de los factores bióticos (agua, aire, suelo, etc.) de un ambiente (Wilson et al., 2010). Estos organismos son sensibles a los cambios de la calidad del hábitat y a sus relaciones ecológicas con su microhábitat y ambiente, lo que los hace realmente útiles como indicadores de un ambiente (Duelman, 2001). De hecho, la riqueza de especies y las abundancias relativas de anfibios y reptiles de forma conjunta, suelen ser buenos indicadores del estado de conservación que guarda el entorno natural donde se encuentren, por ejemplo, algunas especies tanto de anfibios y reptiles (las más abundantes y generalistas en cuanto al hábitat y alimento) es muy común observarlas en ambientes alterados y con una reducción de la calidad del hábitat.

Con relación a los reptiles marinos y de acuerdo al Informe parcial "Establecimiento de la Línea Base de la Calidad Ecológica de la Bahía de Ohuira, Sinaloa" realizado para GPO, se tienen registros de la presencia de la especie *Chelonia mydas agassizzi* ya que se realizaron 7 monitoreos, con la siguiente ubicación (700,771 E y 2,833,089 N). Este punto se encuentra a 3.2 Km del área del proyecto a una profundidad entre 1 y 7 metros de acuerdo al "Informe del Estudio numérico proyecto Terminal Portuaria GPO" (Anexo K).

Dado que dentro de la bahía no hay sitios propicios para su anidación se infiere que el desplazamiento de estos organismos por las aguas de la bahía sirve únicamente de paso para encontrar su alimento ya que estos prefieren hacerlo en aguas superficiales. Uribe (2013) afirma. "A medida que las tortugas crecen en tamaño se desplazan a aguas costeras someras donde se reclutan con adultos y otros juveniles en este momento ocurren cambios en sus hábitos alimenticios, iniciando una dieta principalmente herbívora, compuesta principalmente de algas y pastos marinos".

La herpetofauna terrestre del estado de Sinaloa no ha sido completamente estudiada y en la actualidad solo se cuenta con registros aislados, sin una lista de especies de anfibios y reptiles para algunas regiones del estado, por lo que un punto importante y como objetivo de alto interés, será conocer la lista de las diferentes especies de anfibios y reptiles que

habitan en esta región. Los tipos de reptiles se encuentran en el SAR incluyen especies como *Calisaurus draconoides*, la Iguana de cola espinosa sonorense (*Ctenosaura macrolopha*), la Boa (*Boa constrictor*) y la víbora de cascabel (*Crotalus basiliscus*).

En la región existe un gran número de especies de reptiles y anfibios terrestres, de las cuales la mayoría son lagartijas (incluyendo a las iguanas), serpientes y tortugas. Sobresale un número significativo de especies de los subórdenes Lacertilla y Ophidia.

En una visita de campo para verificar la herpetofauna del SAR y el sitio del proyecto se registraron 9 de las 67 especies de reptiles del listado potencial correspondientes a 7 familias y 2 órdenes, las cuales son las que a continuación se enlistan en la Tabla IV.45. El listado completo de especies de reptiles con distribución potencial se encuentra en el Anexo H.

Tabla IV.46. Listado de reptiles registrados en campo. Sustituir esta tabla por la IV.44.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	END	UICN	CITES	Abundancia Relativa
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys ornata</i>	Jicotera Occidental	-	Mx	VU	-	0.53191489
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	-	-	-	-	2.65957447
		<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>	Salamanquesa Vientre Amarillo	-	-	LC	-	0.53191489
	Iguanidae	<i>Ctenosaura hemilopha</i>	Iguana de Palo	Pr	Mx	-	-	1.59574468
		<i>Iguana iguana</i>	Iguana Verde	Pr	-	-	II	0.53191489
	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de Árbol Norteña	-	-	LC	-	88.8297872
	Teiidae	<i>Aspiloscelis costata</i>	Huico Alpino	Pr	Mx	-	-	3.72340426
	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Culebra Indigo	-	-	LC	-	0.53191489
	Dipsadidae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra Nocturna	Pr	Mx	LC	-	1.06382979
								100
<p>Definiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010 Pr: Sujetas a protección especial Endémica: Mx: Especie con ámbito de distribución natural circunscrito únicamente al territorio nacional y a la zona donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción. Si la casilla carece de Mx, no es endémica a la nación. IUCN Red list (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Lista Roja): LC: Preocupación menor (Least concern) VU: Vulnerable (Vulnerable) CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) II: Apéndice II</p>								

En la porción terrestre del sitio donde se construirá la terminal, que corresponde a un relleno artificial, no se encontraron especies de reptiles ni anfibios. Cabe señalar que anteriormente, cuando se construyó el camino de acceso hacia las instalaciones de GPO, en el terraplén del ferrocarril se detectó la presencia de la iguana de cola espinosa sonorense, *Ctenosaura macrolopha*, por lo que se aplicó un programa de rescate y reubicación, por lo que en esa zona dicha especie no será afectada por las actividades del proyecto.

En cuanto a los anfibios, las referencias bibliográficas arrojaron una presencia potencial de 22 especies de este grupo, el cual suele presentar atributos biológicos bastante específicos en comparación con el resto de los vertebrados terrestres.

En ese sentido, el hecho de no haber obtenido registros en campo para este grupo, puede atribuirse a su relación con el recurso hídrico, el cual limita su distribución temporal y espacial. Asimismo, la zona de estudio es salina y gran parte de los anfibios no toleran la salinidad del suelo y agua. Adicionalmente, se considera que el grado de perturbación y contaminación tampoco favorece el desarrollo de los anfibios, que en su mayoría son poco tolerantes a dichos eventos, por lo cual se consideran diversas especies como indicadores de la calidad ambiental

En relación al Área de Proyecto, es importante recordar que las actividades en la porción terrestre se realizarán en una zona ya impactada, que es el relleno sobre el cual se está construyendo la Planta de Amoniaco, que ya cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental. En cuanto a la porción acuática, la ausencia de anfibios se atribuye a las condiciones de salinidad del agua marina. Por lo tanto, los impactos generados por las actividades del proyecto se presentarán en zonas específicas en las que no se ubican los anfibios. El listado completo de especies de reptiles con distribución potencial se encuentra en el Anexo H.

IV.14. Paisaje.

El paisaje se considera como la expresión espacial y visual del medio y podemos entenderlo como un recurso natural, escaso y valioso (Muñoz-Pedrerros, Moncada, & Larraín, 2000). Es un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable, por lo que merece especial consideración al momento de evaluar impactos ambientales negativos en un proyecto determinado.

De forma particular el paisaje en el Sistema Ambiental Regional está compuesto por la unión de expresiones al interior de la Bahía de Topolobampo y la Bahía de Ohuira, que son zonas que desde la llegada de los primeros residentes en siglo XIX fue distinguida por su alta calidad paisajística. Sin embargo, como se señala en el PDDU del Puerto de Topolobampo (IMPLAN AHOME, 2014) la imagen urbana de esta localidad se generó de manera espontánea, sin un manejo ordenado o inducido adecuado. Debido a que una gran cantidad de sus construcciones se presentan en mal estado y sin orden, en sus alrededores contrarrestan la impresionante belleza natural que enmarca las bahías (Figura IV.84).



Figura IV.84. Panorámica del sitio y de la Bahía de Ohuira.

Como elementos de paisaje a destacar están los siguientes:

- **Isla Bledos**, que se encuentra a una altitud de 1 metro sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son 25°36'0" N y 108°58'59" W y la Isla Bleditos, de la que sus coordenadas son Lat. 25°34'60" N y Long. 108°58'59" W.



Figura IV.85. Isla Bledos.



Figura IV.86. Isla Bleditos.

- **Isla Tunosa** es una isla de las Bahías de Topolobampo, Sinaloa. Se encuentra a una altitud de 1 metro sobre el nivel del mar se conoce también como Isla Tecuacahui. Sus coordenadas son Lat. 25°34'60" N y Long. 109°10'01" W. predomina la especie prominente de tallos columnares *Stenocereus thurberi* (Engelm.) var. *thurberi* Buxbaum.



Figura IV.87. Isla Tunosa.

- **Isla Los Patos** es una isla de las Bahías de Topolobampo, Sinaloa. Su nombre es característico por albergar una gran cantidad de aves durante todo el año, de igual manera resulta peculiar la flora que se encuentra en el lugar, la cual es dominada por diversas especies de cactus, en especial plantas nopaleras. Se encuentra a una altitud de 1 metro sobre el nivel del mar. Se ubica entre la Lat. 25° 36´ y 25° 38´ N y entre la Long. 109° 00´y 109° 02° W. La isla presenta una elevación con suelos arcillosos y rocosos, en la falda del cerro se aprecian algunas porciones de arenas finas, la superficie se aproxima a los 187,131.146 m².



Figura IV.88. Isla Patos.

- **El Maviri** es una playa plana en donde se desarrollan actividades recreativas, deportivas, paseos en lancha, entre otras actividades turísticas y acuáticas, existen restaurantes. Presenta poca vegetación costera (Figura IV.89).



Figura IV.89. Playa El Maviri.

- **Campo pesquero Lázaro**. Cárdenas playa rocosa constituida principalmente por grava y piedras de diversos tamaños (Figura IV.90). Es una playa natural recreativa. Playas rocosas que generalmente están asociadas con escarpes y cuevas de erosión por oleaje. La vegetación sobre la playa está prácticamente ausente y presenta formas irregulares.



Figura IV.90. Playa Rocosa en Lázaro Cárdenas.

Existen tanques elevados de almacenamiento de PEMEX ubicados en el Cerro El "Jabalí" en el Puerto de Topolobampo (Figura IV.91), Sinaloa.



Figura IV.91. Tanques elevados PEMEX.

Destaca la chimenea de la termoeléctrica "Juan de Dios Batiz Paredes" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) la cual tiene una altura de 70 metros, al estar ubicada sobre un cerro de 50 metros alcanza un total de 120 metros de altura.

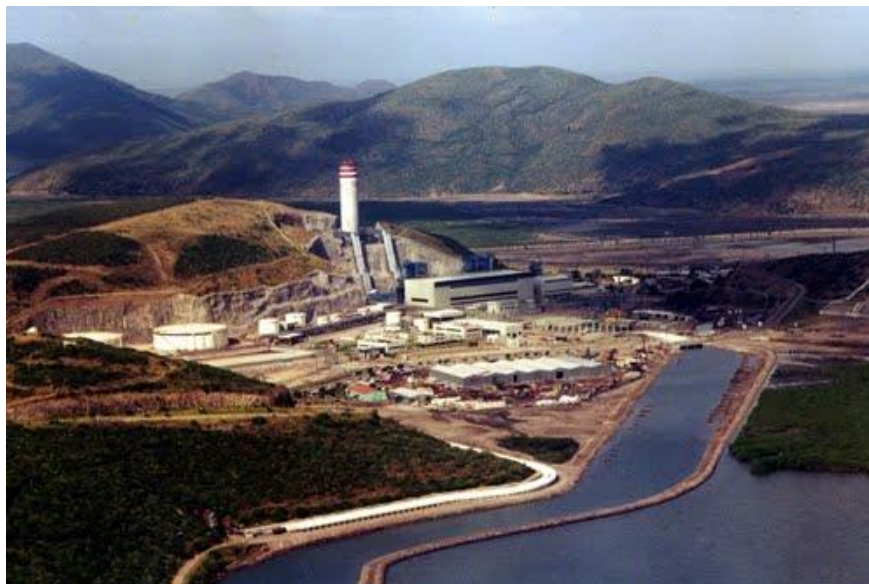


Figura IV.92. Termoeléctrica Juan de Dios Batiz Paredes.

El Puerto de Topolobampo cuenta con nuevas bodegas para almacenar gráneles agrícolas con capacidad de 12,000 toneladas, o para gráneles minerales con capacidad de 20,000 toneladas. En el caso del almacenaje agrícola la instalación de estas bodegas es con el fin de atraer granos como: trigo, maíz y frijol de regiones distantes que requieran almacenamiento antes de la carga al buque. En el mismo sentido, pero en relación a los gráneles minerales, estas bodegas están diseñadas para almacenar producto bajo techo como: concentrados de cobre, zinc, manganeso, clinker, etc.

- **Fenómenos especiales.** (bruma, niebla, polvo, arenas, calima, tormentas eléctricas). La presencia de niebla ocurre frecuentemente en otoño e invierno, entre 50 a 65 días lo cual provoca que disminuya notablemente la visibilidad marítima y terrestre, en algunas ocasiones hasta los 2 metros. La ubicación geográfica de la zona costera de Topolobampo, la hace propensa a ser afectada por huracanes y tormentas tropicales. La temporada de huracanes abarca del 15 de mayo hasta el 30 de noviembre, históricamente los meses de mayor impacto han sido septiembre y octubre, presentándose huracanes de categorías 4 y 5 es decir sumamente destructivas que han impactado estas áreas.



Figura IV.93. Bruma en la carretera Los Mochis – Topolobampo.

La vegetación predominante es:

- **Vegetación halófila:** Vegetación que se establece en suelos salinos, 39%; Manglar: Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas y zonas salobres 22%. Matorral crasicaule: Vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño como nopaleras, chollas y sahuaros 11%.
- **Matorral sarcocaule:** Vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza papirácea 7%. Selva baja espinosa: Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura con dominancia de 3% compuesta principalmente por especies espinosas.

La Cueva de los Murciélagos (Figura IV.94) es un santuario natural donde se puede apreciar una espectacular salida de miles de murciélagos de la cueva por la tarde-noche rumbo a los sitios de alimentación. La cueva se encuentra ubicada en una isla que está unida a la playa de El Maviri por un puente carretero, a su vez se une por una carretera a Topolobampo y Los Mochis. La especie de murciélago que se encuentra en la cueva es *Tadarida brasiliensis*, son insectívoros y migratorios, hacen su arribo a esta área en los meses de abril-mayo y es en octubre cuando regresan a su lugar de origen.



Figura IV.94. Cueva de los murciélagos.

Además de las características anteriormente mencionadas, el Sistema Ambiental Regional es un área altamente perturbada por las actividades humanas que van desde la pesca, agricultura y ganadería, además de la infraestructura existente.



Figura IV.95. Actividades de pesca en la Bahía de Ohuira.



Figura IV.96. Campos de cultivo en el SAR.



Figura IV.97. Infraestructura en el puerto de Topolobampo.

Considerando sus características, se puede catalogar la calidad del paisaje en el SAR como media dentro del área de influencia, ya que el paisaje no es completamente natural.

Referente al Área de Influencia, la calidad del paisaje, por sus características intrínsecas, se puede catalogar como baja, ya que el paisaje no es natural con la presencia de actividades antropogénicas, principalmente agricultura, pesca y actividades industriales.

- **Fragilidad del paisaje.** Se concluye en términos cualitativos que el impacto sobre el paisaje de las instalaciones del proyecto atiende a dos criterios:
 - 1) La afectación sobre la calidad del paisaje donde se ubicará el proyecto.
 - 2) La alteración que produzca sobre la visibilidad en su entorno.

Para el primer criterio, el posible impacto es proporcional a la calidad del paisaje, es decir, en paisajes degradados, las instalaciones de este tipo pueden no contribuir a una desviación paisajística, pues el sitio ya se encuentra perturbado.

El segundo criterio, incidencia visual, es decir, el número potencial de observadores, así como la posible alteración de la perspectiva de calidad existente, la frecuencia de observadores en el área de afectación es baja, ya que se encuentra en las periferias de la

localidad de Topolobampo, casi a espaldas del cerro El Jabalí, por lo que no será visible a excepción de los transeúntes del camino al muelle el cual, aunque no es un camino restringido, no es un acceso usual para visitantes o residentes del puerto.

En particular, para el sitio del proyecto la riqueza del paisaje está limitada por la distancia a las serranías en la margen opuesta de la laguna y por los elementos antropogénicos que dominan el panorama cercano.

En efecto, resaltan como imagen distintiva del sitio la chimenea de la CFE y el complejo de PEMEX. Además, la presencia de las líneas de alta tensión y la infraestructura asociada, contribuyen a reducir más el impacto visual de los elementos naturales.

Por último, es importante resaltar que los elementos de importancia paisajística mencionados anteriormente no serán afectados de ninguna forma por el proyecto.

IV.15. Medio Socioeconómico.

IV.15.1. Aspectos Demográficos.

El municipio de Ahome posee una superficie de 4,003.56 km², con una densidad poblacional de 103.98 habitantes por km². La población total del municipio es de aproximadamente 416,299 habitantes (INEGI, 2012) de los cuales 205,435 son hombres y 210,864 son mujeres. Es importante señalar que, a la fecha de presentación de este documento, en el año 2017, estos son los datos oficiales publicados por el INEGI con base al Censo de Población y Vivienda 2010.

Al igual que en otros municipios de la llanura costera del Pacífico, en él existen grandes extensiones de cuerpos costeros y de humedales. Su comercio es muy activo, ya que distribuye gran parte de los productos agrícolas de la zona, con la mayor actividad comercial en la ciudad de Los Mochis.

De la Tabla IV.47 a la Tabla IV.50 se presentan algunos datos generales respecto a la población de la zona. Además de los datos locales se incluyen datos de la República Mexicana y del estado de Sinaloa, con fines comparativos.

Tabla IV.47. Población y densidad poblacional de la zona de influencia del proyecto.

Entidad	No. de municipios	Población total	Superficie (km ²)	Densidad (h/km ²)
México	2,457	112,336,538	1,964,375	57.1869108
Sinaloa	18	2,767,761	57,377.16	48.2380271
Ahome	1	416,299	4,003.56	103.982206

¹ Incluye 5,127 km² de islas.
 Fuente: INEGI, 2013; SEGOB, 2010.

Tabla IV.48. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.

Entidad	Población Total	Hombres		Mujeres	
		Población	%	Población	%
México	112,336,538	54,855,231	48.83	57,481,307	51.16
Sinaloa	2,767,761	1,376,201	49.72	1,391,560	50.27
Ahome	416,299	205,435	49.34	210,864	50.65

Fuente: INEGI, 2013; SEGOB, 2010.

De acuerdo con el INEGI, del total de habitantes del municipio de Ahome hay 81,358 que son considerados como población rural y 334,941 como población urbana. En el año 2010, este municipio contaba con 399 núcleos de población de los cuales 394 son rurales y únicamente 5 son urbanos.

Tabla IV.49. Clasificación de las localidades de acuerdo al tipo de asentamiento.

Entidad	Total de localidades	Asentamientos rurales *		Asentamientos urbanos	
		N	%	N	%
México	192,200	188,548	98.1	3,652	1.9
Sinaloa	5,845	5,803	99.28	42	0.72
Ahome	399	394	98.75	5	1.25

* Considerando a la población rural ampliada, de localidades de hasta 5,000 habitantes.
 Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 2013.

Tabla IV.50. Distribución de la población de acuerdo al tipo de localidad.

Entidad	Población total	Población rural		Población urbana	
		N	%	N	%
México	112,336,538	26,062,077	23.2	86,274,461	76.8
Sinaloa	2,767,761	752,831	27.2	2,014,930	72.8
Ahome	416,299	81,358	19.54	334,941	80.46

Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 2013.

En particular, en el SAR se encuentran 49 asentamientos, la mayoría de los cuales pertenece al municipio de Ahome (Tabla IV.51). Estas localidades poseen en conjunto un total de 323,598 habitantes, con el 79.29 establecido en la ciudad de Los Mochis.

Tabla IV.51. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.

Clave	Localidad	Población total	Población de 15 años y más analfabeta	Población económicamente activa	PEA Ocupada	Total de viviendas habitadas	Municipio
0001	Los Mochis	256,613	3,213	109,396	104,409	70,009	Ahome
0138	Juan José Ríos	23,553	849	8,893	8,403	5,804	Guasave
0240	Topolobampo	6,361	136	2,504	2,282	1,691	Ahome
0120	Compuertas	4,156	110	1,550	1,390	998	Ahome
0205	Primero de Mayo	3,710	141	1,441	1,305	901	Ahome
0049	Bachoco	3,226	159	1,231	1,124	813	Guasave
0183	Ejido Mochis	2,924	81	1,121	1,054	760	Ahome
0115	Cerrillos (Campo 35)	2,677	119	944	897	663	Ahome
0189	Nueve de Diciembre	2,103	46	904	814	510	Ahome
0193	Ohuira	2,066	68	727	700	502	Ahome

Tabla IV.51. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.

Clave	Localidad	Población total	Población de 15 años y más analfabeta	Población económicamente activa	PEA Ocupada	Total de viviendas habitadas	Municipio
0215	Ricardo Flores Magón	1,993	64	763	723	487	Ahome
0801	Campo La Arrocera	1,709	94	642	577	387	Ahome
0088	Benito Juárez	1,515	43	545	521	379	Ahome
0197	Plan de Ayala (Campo Cinco)	1,323	42	486	458	346	Ahome
0174	Louisiana	855	40	338	311	225	Ahome
0349	Paredones	843	25	330	321	199	Ahome
0441	Cuatro Milpas	805	54	295	292	187	El Fuerte
0448	Lázaro Cárdenas (Muellecito)	794	62	277	266	195	Ahome
0227	La Genoveva	711	42	241	240	177	El Fuerte
0199	Plan de San Luis	710	23	251	238	191	Ahome
0370	Rosendo G. Castro	670	28	245	198	173	Ahome
0815	El Uno	649	47	206	202	149	Ahome
0947	Pueblo Nuevo Luis Echeverría	648	48	232	228	145	Ahome
0299	Héroes Mexicanos	547	13	165	162	122	Guasave
0489	Kilómetro Diecinueve	521	46	163	148	111	El Fuerte
0198	Plan de Guadalupe	305	13	102	92	80	Ahome
0546	Guadalupe Estrada	211	9	74	60	56	Ahome
0447	Bachoco Número Dos (Macochín)	206	9	66	59	55	Ahome
0088	La Galera	193	5	67	64	43	El Fuerte
0332	Babujaqui	186	10	67	54	49	Guasave
0532	Cerro Cabezón (El Chorrito)	173	15	62	60	44	Ahome
0626	Ejido Topolobampo	103	1	48	40	25	Ahome
0430	Guayparime	101	12	37	29	25	Guasave
0627	Tortugas Dos	93	5	32	31	23	Ahome
0514	Carrizo Grande	86	6	37	36	27	Ahome
0807	Campo el Porvenir	49	6	17	15	10	Guasave
0614	Santa Eduwiges	47	*	*	*	1	Ahome
0800	El Maviri (Baviri)	23	1	16	16	11	Ahome
0165	La Sucursal Jiquilpan	22	1	9	8	5	Ahome
0562	Campo Louisiana	19	1	5	4	3	Ahome
0926	La Diez	18	*	*	*	2	Guasave
0844	San Felipe (Empaque)	14	0	4	4	3	Ahome
0577	Ohuira	13	*	*	*	1	Ahome
1134	Campo Las Margaritas Dos	12	*	*	*	2	Guasave
0631	El Tubo	11	3	5	5	5	Ahome
0443	El Milo	10	0	5	5	3	Ahome
0243	San Luis	10	0	5	5	3	Guasave
0875	Campo el Tajito	10	*	*	*	1	Guasave
1177	La Escondida	1	*	*	*	1	Ahome
Localidades cercanas al sitio del proyecto.							

El principal problema que provocan los asentamientos humanos, desde el punto de vista ambiental, es el aporte de materia orgánica al suelo y cuerpos de agua, así como el cambio de usos del suelo para actividades agropecuarias.

- **Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 20 años antes de la fecha en que se realiza la manifestación de impacto ambiental.** Según el censo de población y vivienda realizado en el año de 1980, la población del municipio de Ahome era de 254,681 habitantes. La tasa anual de crecimiento de la población entre 1980 y 1990 fue del 1.77%, aumentando a 2.32% de 1990 a 1995, con un descenso a 1.07% de 1995 al 2000. Entre el 2000 y el 2005 la tasa anual de crecimiento aumento a 1.57 % anual y 1.40 % ente el 2005 y el 2010. El aumento que se presentó entre 1990 y 1995 coincide con el desarrollo de las obras de modernización del puerto de Topolobampo.

Tabla IV.52. Tasa de crecimiento de población en el municipio Ahome, Sinaloa.

Año	Población	Tasa de Crecimiento	
		Periodo	%
1980	254,681	1980-1990	1.77
1990	303,558	1990-1995	2.32
1995	340,454	1995-2000	1.07
2000	359,146	2000-2005	1.57
2005	388,344	2005-2010	1.40
2010	416,299		

Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 1998.

IV.15.2. Actividades Económicas.

La región se caracteriza por presentar un sector industrial como la azucarera y agroalimentaria que orienta un dinamismo al empleo y el comercio, sin embargo, no son base suficiente para el desarrollo sustentable a largo plazo. Ya que se requiere una innovación tecnológica para poder extender la cadena de producción agroalimentaria. Más del 55% de la superficie del Municipio de Ahome está dominada por actividades económicas (incluyendo bahías, lagunas y otros cuerpos de agua) y aproximadamente el 70% si solamente se considera la superficie terrestre. En cuanto a superficie y población económicamente activa, la agricultura es una de las principales actividades económicas, y a pesar de que se ha limitado a cultivos resistentes a las sales, hay una amplia

diversificación; entre los principales cultivos están: papa, trigo, frijol, garbanzo, soya, caña de azúcar, algodón, cártamo, tomate, maíz, sorgo, arroz, tomatillo, calabaza y cempaxúchitl. En Ahome, la agricultura se encuentra altamente tecnificada.

El desarrollo industrial que se genera en esta zona juega un papel de vital importancia en el flujo de capitales de la región. Existen los establecimientos manufactureros entre los que destacan los pertenecientes al giro automotriz, metal mecánico, carrocería, talleres de reparaciones varias y textiles, así como ensambladoras y centros de distribución. En Topolobampo destacan la Central Termoeléctrica "Juan de Dios Bátiz Paredes" de CFE y las instalaciones de PEMEX, ubicadas al poniente de la Bahía; los proyectos de ambas instituciones contemplan la construcción de un gasoducto que transporte gas desde Estados Unidos y que atraviese Sinaloa de norte a sur, lo cual posibilitará la instalación de industrias manufactureras en el corredor de la carretera Los Mochis-Topolobampo, por la ventaja en costos de energía.

Asimismo, el Puerto de Topolobampo se identificó como el área geográfica con mayor atractivo para actividades económicas, principalmente debido a:

- Su comunicación con importantes ciudades fronterizas.
- Su posición privilegiada, que le permite el manejo de productos desde y hacia Asia, el sur de Estados Unidos y todo México.
- Cuenta con una Terminal de Ferrocarriles Mexicanos y la Ruta del Pacífico.
- Tiene acceso a una amplia red de carretera que lo vincula con todo el país.
- Tiene una posición privilegiada en la Cuenca del Pacífico, así como la infraestructura ideal para el manejo de contenedores y la recepción de grandes buques, lo que le permite el intercambio de productos con otros países, principalmente de Asia.

Lo recursos naturales y las ventajas de ubicación son los principales agentes detonantes del desarrollo regional. Asimismo, el municipio tiene una combinación equilibrada de sectores primarios secundarios y terciarios, que favorecen tanto la industrialización como

la modernización de su área rural. Bajo estas condiciones, se prevé que el municipio tenga un crecimiento demográfico, económico y político en las próximas décadas.

IV.15.2.1. Pesca. La pesca es una actividad del sector productivo primario que requiere de la generación de conocimiento como soporte a la administración del uso de los recursos pesqueros, y como política general.

En México la mayoría de la actividad pesquera la realizan flotas ribereñas, artesanales o de pequeña escala, exceptuando las pesquerías de atún, sardina y camarón.

La pesquería industrial de camarón que se lleva a cabo en el golfo de California es de las más importantes de México, en lo que se refiere a su abundancia y valor comercial destacan las especies de *Litopenaeus stylirostri*, *L. vannamei* y *Farfantepenaeus californiensis* (camarón azul, blanco y café respectivamente), generando un elevado beneficio social y económico. Esta región se caracteriza por presentar importante infraestructura pesquera, principalmente en los puertos de Guaymas en Sonora y Topolobampo, así como en Mazatlán en Sinaloa, siendo éste último el más importante del país para la pesquería de camarón.

La pesca sigue constituyendo una de las actividades económicas más importantes para el puerto de Topolobampo, si bien la expansión de la terminal portuaria ha propiciado el crecimiento de las actividades económicas relacionadas. La llegada del gas natural a la región representará a su vez un impulso importante a la actividad industrial. Sin embargo, lejos sustituir a la pesca como actividad económica, los desarrollos industriales tienen la responsabilidad ambiental de preservar el medio al que afectan y la social de fortalecer las actividades económicas ya existentes a su alrededor, potenciando así un desarrollo igualitario y sostenible. Por este motivo, y considerando que la planta de fertilizantes y su infraestructura asociada compartirán un mismo espacio con la industria pesquera, se han desarrollado programas con el doble fin de proteger el medio ambiente y mejorar la productividad pesquera. Aquí es importante señalar que la pasarela y el muelle estarán aproximadamente a 3 m de altura sobre el espejo del agua y sostenida sobre filas de pilotes con 12 m de separación, de manera que no se obstruya la navegación de las embarcaciones pesquera ni se seccione el cuerpo de agua. Específicamente, se contemplan los programas incluidos en la Tabla IV.53:

Tabla IV.53. Programas de GPO relacionados con las actividades pesqueras.

Programa	Objetivo
Regularización administrativa de cooperativas pesqueras.	Apoyar a las cooperativas a que fortalezcan sus procesos logrando mejor acceso a programas federales de apoyo.
Desarrollo de larva de camarón.	Mejorar el balance entre cooperativas a la vez propiciando el cuidado de los manglares en la zona.
Certificación de producto / Desarrollo de capacidades comerciales.	Mejorar los precios de venta de la captura.
Centro de capacitación pesquera.	Capacitar al sector pesquero en nuevas competencias tales como uso de tecnología y finanzas saludables.

Para la población pesquera de Topolobampo en particular y de Sinaloa en general, la "cooperativa" es la forma de organización más arraigada y conocida para llevar a cabo su actividad económica y proteger sus intereses colectivos. En la Tabla IV.54 se muestran las organizaciones sociales pesqueras que se han registrado al 31 de diciembre del 2013, en el estado de Sinaloa.

Tabla IV.54. Organizaciones sociales pesqueras registradas por tipo de organización. Al 31 de diciembre del 2013. Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico Sinaloa 2015.

Tipo de Organización	Organizaciones sociales pesqueras registradas
Total	785
<i>Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera</i>	631
Alta mar	51
Ribera	369
Acuícolas	211
<i>Otras Formas de organización Social</i>	154
Unión de pescadores	7
Unidad o Unión de Producción (pesquera, piscícola o acuícola)	6
Grupo solidario mancomunado de responsabilidad ilimitada, limitada o sin determinar y comités de solidaridad	2
Sociedad de solidaridad social	7
Unidad económica especializada de explotación pesquera, piscícola o acuícola	5
Sociedad de producción pesquera, piscícola o acuícola y/o pesquera y/o rural	42
Otras	85

Esta figura organizativa cuenta con más de 80 años de existencia por lo que se ha convertido ya en una institución social y económica de profundas raíces culturales en los campos pesqueros.

Por otra parte, en la Bahía de Ohuira, Municipio de Ahome Sinaloa se han realizado diferentes muestreos de la ictiofauna existente en la zona. Uno comprende los periodos en primavera, verano y otoño, de acuerdo al Informe parcial del "Establecimiento de la línea base de la calidad ecológica de la Bahía de Ohuira, Sinaloa". Octubre 2016, por el CICIMAR-IPN (Tabla IV.55).

Tabla IV.55. Especies encontradas de acuerdo al Informe parcial del "Establecimiento de la línea base de la calidad ecológica de la Bahía de Ohuira, Sinaloa". Octubre 2016, por el CICIMAR-IPN

Nombre científico	Nombre común
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa
<i>Gobionellus microdon</i>	Gobio cola de palma
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i>	Arenquilla aleta amarilla
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete diana
<i>Rhinobatos squatina</i>	
<i>Pomadasys macracanthus</i>	Roncacho gordo
<i>Lutjanus argentiventris</i>	Pargo amarillo
<i>Lutjanus colorado</i>	Pargo colorado
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	Pargo mulato
<i>Achiurus mazatlanus</i>	Lenguado
<i>Eucniostomus currani</i>	Mojarra tricolor
<i>Lile stolifera</i>	Sardina rayada
<i>Lile gracilis</i>	Sardina agua dulce
<i>Opisthonema medirastre</i>	Sardina crinuda
<i>Oligoplites saurus</i>	Piña siete cueros

El otro muestreo se llevó a cabo por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. Subordinación de Estudios Ambientales y Servicios Especializados SEASE, en los días 30 a 31 de marzo del 2016. En la Tabla IV.56 se muestran las especies de peces que reportaron en la Bahía de Ohuira. Por lo que es evidente la presencia de especies con valor comercial en la zona del proyecto, influyendo directamente en la economía de población dedicada a esa actividad ya que es una de las principales entradas de capital para ellos y sus familias.

Los peces son un grupo con una gran diversidad ya que los podemos encontrar cerca de algas y rocas, en la zona intermareal, hasta las grandes profundidades abismales, estos

pueden vivir en cualquier lugar que exista agua con las mínimas condiciones para sobrevivir. Además, resulta de suma importancia ya que se han utilizado como indicadores de calidad de agua, aunado al valor comercial que tienen sobre el mercado, por lo que los convierte en uno de los principales alimentos en la dieta de los seres humanos.

Tabla IV.56. Especies encontradas de acuerdo Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. Subordinación de Estudios Ambientales y Servicios Especializados SEASE.

Especie	Nombre Común
<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda*
<i>Elops affinis</i>	Sábalo*
<i>Oligoplites altus</i>	Bichi / Quiebra Cuchillos
<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pámpano
<i>Centropomus robalito</i>	Robalito Aleta Amarilla / Constantino*
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Chopa / Payaso
<i>Haemulopsis leuciscus</i>	Roncacho / Burro*
<i>Etropus crossotus</i>	Lenguado Ribete*
<i>Sphoeroides annulatus</i>	Botete*
<i>Balistes polylepis</i>	Cochito*

*De importancia comercial con base en la Carta Nacional Pesquera 2012

Sin embargo, es importante continuar periódicamente con este tipo de estudios para tener la información adecuada y así poder implementar las medidas que sean necesarias para la correcta toma de decisiones que puedan procurar y proteger a los organismos de esta zona, así como su entorno.

IV.15.2.2. Sector servicios. La actual actividad económica del puerto ha dado pie a un pequeño sector de servicios consistente principalmente de restaurantes y tiendas al por menor. Sin embargo, la creciente actividad industrial puede verse reflejada en la expansión y diversificación de este sector. Para este fin, y buscando que las oportunidades presentadas sean aprovechadas por la comunidad local, es de vital importancia el desarrollar las capacidades de emprendimiento y proporcionar medios de impulso al emprendedor. Consecuentemente, se ha desarrollado un programa al respecto (Tabla IV.57):

Tabla IV.57. Programas aplicables relacionados con el sector servicios.

Programa	Objetivo
Topolobampo Emprende.	Fomentar proyectos productivos a través de asesoría y vinculación con programas gubernamentales.

IV.15.2.3. Actividades Agropecuarias. Sinaloa, junto con Baja California, Baja California Sur, y Sonora, son estados en donde predominan las temperaturas extremas, de calor intenso en verano y frío en invierno. Los cultivos más importantes de acuerdo a su importancia de volumen de producción son alfalfa verde, caña de azúcar, chile verde, maíz en grano, papa, pastos, sorgo forrajero en verde, sorgo en grano, tomate y trigo en grano (figura IV.119).

De acuerdo a su ubicación Sinaloa se encuentra en la región irrigada de México, un sistema agropecuario que cubre grandes extensiones de tierras áridas en toda la región norte y central del país. La presencia de infraestructura de riego permite un grado relativamente alto de intensificación de la producción. Por otra parte, en el estado de Sinaloa, junto con Baja California, Baja California Sur, y Sonora, predominan las temperaturas extremas, de calor intenso en verano y frío en invierno.

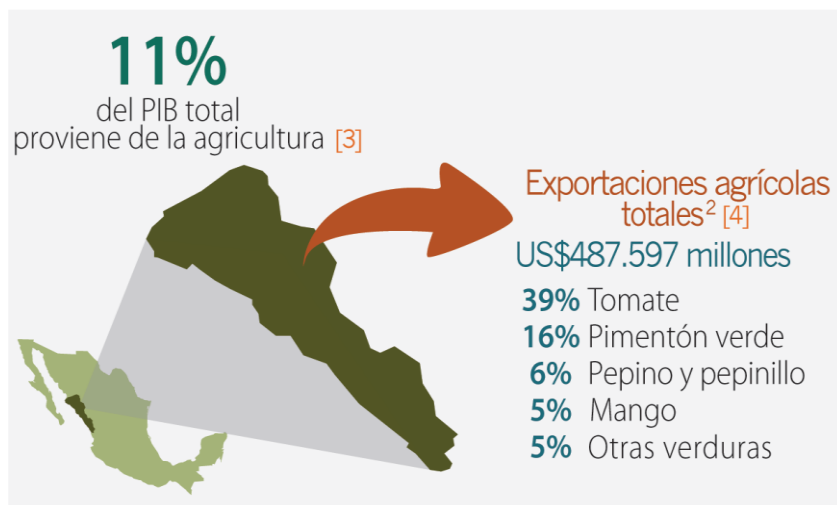


Figura IV.98. Relevancia económica de la agricultura.

Fuente: Banco mundial; CIAT; CATIE, 2014.

La agricultura para Ahome es una de las principales actividades económicas, la cual se encuentra altamente tecnificada; presenta una superficie de 174 mil 468 hectáreas (40.17% de la superficie total municipal), con 9 mil 904 unidades de producción rural. Se estima que 151 mil 485 hectáreas son de riego, y 22 mil 983 de temporal y riego. La

agricultura de Ahome tiene entre sus principales cultivos los de papa, trigo, frijol, garbanzo, soya, caña de azúcar, algodón, cártamo, tomate, maíz, sorgo, arroz, tomatillo, calabaza y cempaxúchitl.

Tabla IV.58. Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo (ha). Año 2014.

Tipo Cultivo	Superficie sembrada			Superficie cosechada		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal
<i>Cultivos cíclicos</i>						
Maíz grano	407,723	363,485	44,237	381,291	340,041	412,50
Sorgo grano	36,418	36,418	0	36,418	36,418	0
Papa	5,738	5,738	0	5,738	5,738	0
Frijol	18,804	18,319	485	18,739	18,739	485
Trigo grano	33,196	33,196	0	33,196	33,196	0
<i>Cultivos perennes</i>						
Caña de azúcar	3,025	3,025	0	3,025	3,025	0
Mango	3,458	3,458	0	3,041	3,041	0
Alfalfa verde	1,322	1,322	0	1,322	1,322	0

Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Sinaloa 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI, c2015.

Tabla IV.59. Superficies sembradas y cosechadas, volumen y valor de la producción agrícola.

Fuente: anuario estadístico y geográfico de Sinaloa 2015, INEGI, 2015.

Tipo Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (toneladas)	Valor (miles de pesos)
Total	1 247184	1 201 876	NA	33 703 195
<i>Cultivos cíclicos</i>	1 153312	1 113 267	NA	32 625204
Maíz grano	407 723	381 291	3 686 274	12 227 372
Sorgo grano	289 281	282 574	1 174 100	3 327 214
Chile verde	12 657	11 991	604 774	3213 690
Tomate rojo (jitomate)	15 307	14 629	867 832	3 172 619
Papa	11 667	11667	295 115	2 113 190
Frijol	122 411	111721	161 520	2 029 657
Pepino	4 203	4 125	305 327	1 684 871
Garbanzo grano	61 600	61 267	103645	982 155
Trigo grano	62 542	62 542	279 061	932
Berenjena	1498	1 490	131 907	901 194
Resto de los cultivos cíclicos	161416	160 970	144	1 790 343
<i>Cultivos perennes</i>	94 072 a/	88 609 b/	NA	1082991
Caña de azúcar	11492	10 706	818 633	429 470
Mango	31 180	27 562	110 869	222 400
Pastos	36 995	36 504	297 997	162 694
Alfalfa verde	2 790	2 790	100 184	62 492
Coco fruta	4 139	4 139	33676	41 552
Resto de los cultivos perennes	7 476	6508	114	173 383

IV.15.2.4. Turismo. Los servicios hoteleros consisten de instalaciones de cinco estrellas que, en el caso de los asentados en los Mochis, dan servicio como sitio de descanso a los viajeros. De acuerdo al INEGI, para el 2014, el municipio de Ahome cuenta con un total de 455 establecimientos de hospedajes en los que se incluyen hoteles, moteles, casas de huéspedes, cabañas, suites, posadas, tráiler-parks, entre otros.

Tabla IV.60. Establecimientos de hospedaje registrados, según el tipo de alojamiento.

Municipio	Total	Hoteles	Moteles	Casas de huéspedes	Cabañas	Suites	Posadas	Trailer parks	Otros
Estado	455	341	45	5	14	4	12	19	15
Ahome	38	31	6	0	0	0	0	1	0
Al 31 de diciembre de 2014.									

Tabla IV.61. Establecimientos de hospedaje registrados, según su categoría turística.

Municipio	Total	Cinco estrellas	Cuatro estrellas	Tres estrellas	Dos estrellas	Una estrella	Sin categoría
Estado	455	34	61	95	50	49	166
Ahome	38	1	8	8	7	5	9
Al 31 de diciembre de 2014							

Una importante función que realizan los pobladores de la región está relacionada con actividades turísticas teniendo funciones como prestadores de servicios en el sistema lagunar.

IV.15.3. Aspectos económicos.

- **Empleo.** Para la construcción del proyecto se emplearán mano de obra de ciudades cercanas al sitio del proyecto, incluyendo Los Mochis y Topolobampo. Asimismo, puede emplearse a los residentes de las comunidades rurales asentadas alrededor de la Bahía de Ohuira, los cuales se dedican a la pesca y la agricultura, pero que pueden complementar sus ingresos participando en el sector de la construcción.

Además, en Topolobampo es posible encontrar personal capacitado para las actividades portuarias, los cuales podrían ser de importancia para la etapa de operación del proyecto, especialmente para aquellos que prefieran los trabajos que ofrecerán las instalaciones del muelle de carga en lugar de la migración hacia otras entidades de la república. Para que este impacto positivo sea aprovechado por la población de esta región, el promovente desarrollará un programa de capacitación local abierto a todos los interesados.

- **Salario mínimo vigente.** De acuerdo con la resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de septiembre de 2015, la distribución por áreas geográficas de los Salarios Mínimos generales y profesionales vigentes en el territorio nacional se modificó, quedando un área geográfica única que incluye todos los municipios del país y las demarcaciones territoriales (delegaciones) de la ciudad de México que conforman la República Mexicana. Por tal motivo el municipio de Ahome, Sinaloa, el salario mínimo general vigente a partir del 1 de enero del 2017 es de 80.04 pesos diarios. Dado que para los municipios colindantes con Ahome el salario es el mismo, no se considera que este sea un factor que determine la migración dentro de la región.
- **Población económicamente activa.** La población económicamente activa se presenta en la Tabla IV.62. Como población económicamente activa se considera a todos los sujetos mayores de 12 años que han trabajado o que han buscado empleo en un periodo determinado. La población económicamente activa en el municipio era de 166,814 trabajadores para el año de 2010, en una proporción de un trabajador por cada 2.49 personas del total de la población.

De igual manera se tenía una población económicamente inactiva (desempleados) hasta de 8,476 trabajadores (1.62 %). Esta tasa es fluctuante, ya que existen variaciones periódicas originadas por el empleo eventual principalmente dentro de las actividades agrícolas y acuícolas.

Tabla IV.62. Población económicamente activa de las entidades consideradas.

Entidad	Población económicamente activa	Población no económicamente activa	Población ocupada	Población desocupada
Sinaloa	1,107,112	1,013,041	1,063,654	43,458
Ahome	166,814	154,472	158,338	8,476

- **Marginación.** El municipio presenta baja marginación, presentando una mejoría respecto a la década anterior, pasando de baja a muy baja.

Si bien los indicadores de marginación y desarrollo humano a nivel municipal presentan tendencias positivas, es importante también considerar la situación socioeconómica a nivel local, en este caso enfocándose en el puerto de Topolobampo. Consecuentemente, se desarrolló un estudio de línea base social con miras a identificar necesidades y áreas prioritarias. El componente central de dicho estudio fue una encuesta tomada a una muestra representativa de más de 300 participantes. Los resultados permitieron identificar los ejes temáticos de mayor importancia a desarrollarse siendo estos: educación, desarrollo económico, salud y conservación del medio ambiente. Partiendo de estos resultados y de un proceso de vinculación comunitaria se diseñaron programas de desarrollo comunitario. Para mayores detalles sobre la línea base, la vinculación comunitaria y el programa de gestión social, revisar el Anexo L.

Tabla IV.63. Grado de marginación, 1980 al 2010, en el municipio de Ahome, Sin.

	Marginación 1980	Marginación 1990	Marginación 1995	Marginación 2000	Marginación 2005	Marginación 2010
Grado de Marginación:	-17.85	-1.471	-1.277	-1.335	-1.356	-1.349
Índice de Marginación	Media	Baja	Baja	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Lugar a nivel nacional	2,252	2,233	-	2,230	2,265	2,259

Fuente: SEGOB, 2003.

Indicador	Valor
Índice de Desarrollo Humano	0.88
Grado de Desarrollo Humano(*)	Alto
Posición a nivel nacional	55

Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	12.28
Tasa de alfabetismo(1)	95.98
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad	72.82
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	14,505
Índice de salud (2)	0.9202
Índice de educación(3)	0.8826
Índice de ingreso(4)	0.8307

IV.15.4. Tipo de tenencia de los terrenos adyacentes.

Con relación a la tenencia de la tierra, las zonas de agua que ocupará la terminal portuaria se solicitará en concesión a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). En la zona terrestre, alrededor del sitio del proyecto hay terrenos ejidales, federales y privados. El área donde se instalará el amonioducto y el campamento provisional corresponde a los terrenos de GPO.

IV.15.5. Aspectos culturales.

La región de Topolobampo tiene un importante valor histórico en lo relativo al nacimiento y desarrollo de las poblaciones del noroeste del estado de Sinaloa, ya que en el sitio se

ensayó uno de los proyectos sociales más relevantes a nivel internacional de finales de siglo XIX, mismo que fue dirigido por Albert K. Owen, quien buscaba desarrollar la región con el modelo social-económico basado en el socialismo utópico. Aunque dicho proyecto no logró sus objetivos, si estableció las bases para el desarrollo posterior de la región.

- **Presencia de grupos religiosos.** En el municipio de Ahome la mayor parte de la población profesa la religión católica (82.2%), aunque se ha incrementado la diversidad religiosa, con un aumento en los miembros de las iglesias protestantes, evangélicas y bíblicas no evangélicas, así como aquellas sin adscripción religiosa (Tabla IV.66). En menor número existen personas de las religiones judía y otras de origen oriental.

Tabla IV.66. Distribución de la población de acuerdo a la religión que profesa.

Entidad	Personas con Religión Católica	Personas con Religiones Cristianas No Católicas	Personas con Religiones de Origen Oriental	Personas sin Adscripción Religiosa
Sinaloa	2,320,206	204,433	1,218	194,619
Ahome	342,238	38,143	287	28,175

- **Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto.** La zona urbana de Topolobampo cuenta con algunas facilidades recreativa, incluyendo un atractivo malecón situado frente a la bahía, pero es en la cercana ciudad de Los Mochis donde se cuenta con mayor oferta y diversidad en cuanto a actividades culturales.
- **Grupos étnicos.** Ni el municipio de Ahome ni los terrenos para el proyecto se pueden considerar como regiones étnicas, es decir, zonas en las que predomina la lengua y costumbres de los habitantes prehispánicos de la región. La población originaria de esta región son los Mayos, cuyas comunidades en Sinaloa se distribuyen en los municipios del Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva y Ahome.

Debido a su proceso histórico, los mayos han tenido que compartir su territorio con mestizos. Prácticamente en todas las comunidades ambos grupos conviven y en algunas localidades los indígenas han sido desplazados por el otro grupo; los mayos viven preferentemente en comunidades donde se localizan sus centros ceremoniales como son:

Júpare, Etchojoa, San Pedro, San Ignacio Cohuirimpo, Pueblo Viejo, Navojoa, Tesia, Camoa, Huatabampo y Conicárit en el estado de Sonora.

Tabla IV.67. Población de la zona de estudio de acuerdo a la lengua que habla.

Entidad	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población en hogares censales indígenas
Sinaloa	23,841	112	19,675	23,426	49,972
Ahome	5,226	14	4,631	5,188	12,447

- **Migración.** De acuerdo con la información del Sistema Nacional de Información Municipales (SNIM), la migración hacia el municipio es baja. Los procesos migratorios están influidos por la oferta de oportunidades y por el desarrollo económico de la región.

Tabla IV.68. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010.

Lugar de nacimiento	Población total		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	372,410	183,448	188,962
En otra entidad federativa	39,951	19,962	19,989
En los Estados Unidos de América	1,816	919	897
En otro país	264	156	108
No especificado	1,858	950	908
Total	416,299	205,435	210,864

Fuente: SEGOB, 2013.

IV.15.6. Infraestructura y Servicios.

- **Vivienda.** Los resultados del censo del 2010 señalan que en el municipio había 108,911 viviendas habitadas, de las cuales 108,895 eran particulares y 15 colectivas.

La mayor parte de las viviendas sirven como habitación a entre 3 y 5 habitantes, con un promedio de 3.8 hab/viv, es decir son habitaciones familiares. También se ha

reportado que el número de viviendas desocupadas en la región es alto, por lo que el número de habitantes por vivienda sería mayor. Un proyecto como este no requiere permanentemente mano de obra en cantidades tan altas que puedan requerir del desarrollos o núcleos habitacionales asociados.

Tabla IV.69. Viviendas habitadas y sus ocupantes según tipo de vivienda, 2010.

Municipio	Viviendas habitadas			Ocupantes a/		
	Total	Particulares	Colectivas	Total	Particulares	Colectivas
Estado	713,296	713,142	154	2,767,656	2,757,661	9,995
Ahome	108,911	108,895	16	416,286	414,590	1,696

Tabla IV.70. Viviendas habitadas en el municipio, por tipo de vivienda.

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas(1)	108,911	100.00
Vivienda particular	108,895	99.99
Casa	107,410	98.62
Departamento en edificio	668	0.61
Vivienda o cuarto en vecindad	55	0.05
Vivienda o cuarto en azotea	25	0.02
Local no construido para habitación	12	0.01
Vivienda móvil	13	0.01
Refugio	6	0.01
No especificado	706	0.65
Vivienda colectiva	16	0.01

Tabla IV.71. Ocupantes en viviendas particulares en Ahome, 2010.

Tipos de vivienda	Ocupantes	%
Viviendas habitadas(1)	416,286	100.00
Viviendas particulares	414,590	99.59
Casa	409,525	98.38
Departamento	2,280	0.55
Vivienda o cuarto en vecindad	173	0.04
Vivienda o cuarto en azotea	84	0.02
Locales no construidos para habitación	33	0.01
Vivienda móvil	56	0.01
Refugio	21	0.01
No especificado	2,418	0.58

Tabla IV.71. Ocupantes en viviendas particulares en Ahome, 2010.

Tipos de vivienda	Ocupantes	%
Viviendas colectivas	1,696	0.41
Promedio de ocupantes por vivienda	3.8	No Aplica

- **Infraestructura para Comunicaciones y Transporte.** El municipio de Ahome y la ciudad de Topolobampo están comunicados con el resto del estado y la república mediante vías terrestres que incluyen un tramo de la autopista de 4 carriles México-Nogales (Carretera Federal 15) que comunica los estados costeros del norte y el sur de la república. Existe además una red de carreteras asfaltadas de dos carriles, terracerías, brechas y veredas (Tabla IV.72 y Tabla IV.73), incluyendo la carretera estatal 22 Topolobampo-Los Mochis, la carretera estatal 15 Guasave-Los Mochis y la carretera estatal 32 Choix-Los Mochis.

Los servicios de transporte público son ofrecidos por diversas empresas de autobuses foráneos de pasajeros, aunque en Los Mochis no se cuenta con una terminal que aglutine todas las líneas que prestan el servicio federal y estatal.

Tabla IV.72. Longitud de la red carretera según tipo de camino (Kilómetros).

Municipio	Total	Troncal federal a/		Alimentadoras estatales b/		Caminos rurales		
		Pavimentada c/	Revestida	Pavimentada c/	Revestida	Pavimentada	Revestida	Terracería
Estado	16,708	1,190	0	3,229	0	0	5,581	6,707
Ahome	2,939	103	0	338	0	0	1 701	797

Al 31 de diciembre de 2011

Los servicios de transportación marítima se concentran en el Puerto de Topolobampo, donde actualmente se atienden cargas con origen o destino a países de Asia, Norteamérica, Suramérica y la Unión Europea principalmente. Mantiene un intercambio de exportación e importación de diversos productos tales como: maíz, fertilizantes y mineral de hierro.

Tabla IV.73. Volumen de la carga marítima movida en Topolobampo (Miles de toneladas).

Puerto	Total	Altura	Cabotaje
--------	-------	--------	----------

		Importación	Exportación	Entrada	Salida
Total Estatal	8,597	1,309	979	4,400	1,909
Topolobampo	5,391	1,072	741	2,266	1,312
Fuente: SCT. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante.					

Entre los años 2008 y 2011 se construyeron en el puerto 25 hectáreas de patios, un muelle de gráneles de 260 metros de longitud y 14.70 m de profundidad, el dragado de construcción del canal de navegación principal de 17 km de longitud y 14.70 m de profundidad y la construcción de 1.5 km de vías de ferrocarril en la zona de ampliación.

La terminal marítima de PEMEX, especializada en el manejo de productos petroleros, cuenta con una superficie total de 68,353.6 m², que incluyen 55,896.9 m² de zona de agua y 8,688.6 m² de área operativa. Tiene dos posiciones de atraque de 156 m cada una, con 12 metros de profundidad.

El puerto cuenta con servicio de ferrocarriles operado por Ferromex, mediante una línea que entronca con las vías de la ruta de México a Nogales y de oeste a este, el ferrocarril Chihuahua-Pacífico, que va del puerto de Topolobampo a Creel, Chihuahua. El proyecto no requiere de transporte ferroviario.

Entre Topolobampo y la ciudad de Los Mochis se localiza el Aeropuerto Internacional de Los Mochis, el cual brinda servicio nacional con vuelos comerciales a la Ciudad de México, Guadalajara, Tijuana, Hermosillo, Loreto, San José del Cabo, La Paz, Chihuahua y Monterrey, entre otros. En el operan líneas aéreas nacionales como Aeroméxico y Volaris, así como líneas troncales como Aeroservicios Guerrero, Transportes Aeropacífico y Aerocalafia. Por mar, tiene servicio diario de Ferry a La Paz, Baja California Sur.

Tabla IV.74. Características del Aeropuerto Internacional de Los Mochis.

Concepto	Estado	Los Mochis
Aeropuertos	3	1
Longitud de pistas de aterrizaje (Metros)	NA	2,000
Superficie de pistas (Miles de metros cuadrados)	NA	90

Superficie de plataformas (Miles de metros cuadrados)	NA	35
Superficie de rodajes (Miles de metros cuadrados)	NA	47
Fuente: Centro SCT Sinaloa. Subdirección de Transporte.		

IV.15.7. Servicios Públicos.

Los servicios básicos en el municipio incluyen energía eléctrica en la mayor parte de las comunidades alrededor de la laguna y a lo largo de la carretera Topolobampo-Los Mochis. En los Mochis y Topolobampo hay calles pavimentadas, drenaje y alcantarillado.

- **Abastecimiento de agua y servicio de drenaje.** Para Topolobampo El 98% de las viviendas cuentan con agua potable. La planta potabilizadora se localiza a 10 Km. del Puerto de Topolobampo con una capacidad de 90 l/s, las líneas principales de suministro se ubican en el Blvd. Salvador Alvarado y la antigua carretera a Los Mochis, con diámetros de 10" y 15" respectivamente.
- **Energéticos (combustibles).** Los combustibles que se utilizan en la zona son gasolina y diesel, que se obtienen en gasolineras, la mayoría asentadas en las zonas urbanas de Topolobampo y Los Mochis o en las gasolineras adyacentes a la carretera.
- **Energía eléctrica.** El suministro de energía eléctrica está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. Existe una cobertura del 100% en Topolobampo. La termoeléctrica Juan de Dios Bátiz, cercana al sitio del proyecto, garantiza el servicio requerido, asimismo abastece las demandas de otras localidades de la región.
- **Sistema de manejo de residuos.** En Topolobampo no existe un depósito oficial (municipal) en las inmediaciones del puerto, por lo que es común encontrar parte de los desechos generados por la población en lotes baldíos, laderas de los cerros y orillas de las Bahías, generando no solo contaminación visual sino un foco

permanente de transmisión de enfermedades infecciosas. Esta situación se tendrá en cuenta para la realización del programa de manejo de residuos del proyecto.

- **Drenaje.** A nivel municipal, los servicios de drenaje no son suficientes para toda la población, concentrándose en los centros de población más grandes. En Topolobampo el servicio cubre el 95% de la demanda. Los colectores principal y secundario se localizan por el Blvd. Salvador Alvarado con un diámetro de 24" y por la calle Peña con un diámetro de 15" respectivamente. En las zonas habitacionales ubicadas sobre el Cerro del Chivero el servicio de drenaje es superficial, bajando por los andadores peatonales, se han dado ocasiones en que se han dañado presentando derrames ocasionando focos de contaminación. El proyecto no hará uso de esta infraestructura.

- **Educación.** En 2010, en el municipio la población mayor de 15 años ascendía a 298,544 habitantes (71.71%), de los cuales el 3.31%, (9,893 habitantes) era analfabeta. En Topolobampo esta proporción es de 2.86%. Cabe mencionar que en Topolobampo no se imparte educación en todos los niveles académicos, solamente desde preescolar hasta educación técnica, con un CETMAR, por lo que aquellos que buscan acceder a la educación profesional deben migrar hacia otras partes del estado o de la república.

- **Salud y seguridad social.** En el municipio de Ahome se encuentran representadas las principales instituciones de seguridad social de la nación tales como el ISSSTE y el IMSS, además del servicio de salud estatal. Topolobampo cuenta con 6,361 habitantes de los que 73.7% tienen acceso a servicios de salud; 2,863 son derechohabientes del IMSS, 1,357 del seguro popular y 229 del ISSSTE. El servicio de emergencia de la Cruz Roja dispone únicamente de una ambulancia, por lo que para los planes de emergencia del muelle de carga se consideran principalmente los recursos disponibles a través del Plan de Ayuda Mutua.

Tabla IV.75. Condición de derechohabiencia en el municipio de Ahome.

	Derechohabiente ⁽¹⁾	No	No
--	--------------------------------	----	----

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO: "TERMINAL PORTUARIA GPO"

	Población total	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal ⁽²⁾	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución ⁽³⁾	derechohabiente	especificado
Hombres	205,435	151,015	98,255	13,809	633	35,267	1,449	3,204	2,244	53,587	833
Mujeres	210,864	166,114	106,890	16,756	812	40,500	1,317	3,334	1,132	43,851	899
Total	416,299	317,129	205,145	30,565	1,445	75,767	2,766	6,538	3,376	97,438	1,732

IV.16. Diagnóstico Ambiental.

La esencia de la manifestación de impacto ambiental se centra en la integración del proyecto con su entorno, en lo que podría llamarse la contextualización del proyecto. La integración opera sobre las relaciones mutuas entre ambos elementos: las que se dirigen del proyecto al entorno se engloban bajo la denominación del impacto y las de dirección contraria, que miden el comportamiento del medio para el proyecto.

De esta manera la relación entre las actividades humanas y su entorno, la cual se produce en términos de impacto: efecto de una actividad sobre su entorno, y de aptitud: comportamiento del entorno para la actividad. Entendiendo así la actividad de integración dentro del diagnóstico que es lo que nos atañe dentro de este apartado se describe de la forma siguiente:

Las actividades antropogénicas que se existen actualmente en el Sistema Ambiental Regional no se desarrollan de la mejor manera, ya que están ejerciendo más presión de la adecuada en el ecosistema, con la desmesurada forma de ubicar los sitios de tiro de escombros y basura; en el área del proyecto se tiene el vertimiento de aguas residuales a la laguna, que a su vez es el sitio en donde se desarrolla una de las actividades económicas más importantes que es la pesca. Aunado a lo anterior, se tiene el establecimiento de zonas para la agricultura en grandes extensiones del SAR. El ecosistema presenta una tendencia a la transformación y no precisamente de adaptación, sino de reducción de riqueza, pero aún con estas debilidades existen parches de vegetación muy conservados como las áreas de manglar.

Para realizar esta integración de la mejor manera es importante realizar un diagnóstico ambiental del sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto.

De acuerdo con esto en cada uno de los apartados se buscó contar con los elementos para crear esta relación preparatoria. Es de importancia destacar que se buscó utilizar la metodología más adecuada para cada componente ambiental reflejado en los apartados de este capítulo, sin perder de vista lo mencionado anteriormente.

El desarrollo de las actividades del proyecto se realizará principalmente dentro de la Bahía de Ohuira, con algunas obras sobre la plataforma construida para establecer la planta de amoniaco de GPO. En la laguna costera se construirá la pasarela y el muelle de carga con todo su equipamiento. También se construirá ahí la dársena de atraque y la dársena de maniobras, al tiempo que se habilitará el canal de acceso para la navegación, sin que sea necesario dragarlo. En la porción terrestre se construirán el amonioducto, el acceso a la pasarela.

El SAR del proyecto se delimitó considerando que la hidrología es un factor determinante de las características ecológicas del lugar y abarcando lo elementos que se consideraron para el estudio hidrológico necesario para la modelación numérica del sistema. La vegetación en el municipio de Ahome se encuentra en la Provincia Florística Planicie Costera del Noroeste, definida por Rzedowski; muy cerca de la transición entre las zonas ecológicas tropical subhúmeda árida y semiárida, específicamente en la Zona ecológica tropical subhúmeda tiene una distribución amplia que abarca una porción de la planicie costera del Pacífico y otros estados de México. Se caracteriza por tener un clima cálido húmedo con una temporada larga de sequía y con una marcada estacionalidad de la precipitación, y vegetación del bosque tropical caducifolio. Es importante por su abundancia de especies, así como porque tiene los índices más elevados de endemismos de flora y herpetofauna. Sin embargo, se calcula que más del 55% de la cubierta vegetal de esta zona ha sido eliminada por la extracción forestal y por la agricultura.

Este Sistema Ambiental Regional ha sido objeto de modificaciones en su entorno, asociado con el crecimiento de los asentamientos humanos. Estas actividades han traído como consecuencia la pérdida de ecosistemas, contaminación de los cuerpos de agua, presión por espacios de aprovechamiento, así como la pérdida de infraestructura y patrimonio familiar por la influencia de ciclones.

En lo que se refiere a la Bahía de Ohuira, que es donde se ubica la mayor parte del área del proyecto, es importante mencionar que uno de los factores abióticos de mayor relevancia es la temperatura, ya que esta afecta de manera directa o indirecta a otros factores, tales como la tasa de evaporación, salinidad, saturación de oxígeno y una gran cantidad de procesos biogeoquímicos. La mayor parte de la variabilidad anual de temperatura en la Bahía de Ohuira se asocia a que es muy somera, favoreciendo

marcadas variaciones de calentamiento o enfriamiento de la columna de agua en tiempo relativamente corto y, por lo tanto, una respuesta rápida a los cambios estacionales de la irradiación solar. En lo que se refiere al análisis detallado, se puede observar que los resultados encontrados sobre las condiciones fisicoquímicas de la calidad del agua en la laguna, están dentro de los límites que establecen las normas ambientales mexicanas; no obstante, es importante conocer el comportamiento en el dominio temporal de dicha información. En cuanto a los parámetros no regulados por la normatividad, destaca que la turbidez es mayor en el Área de Proyecto, lo cual se relaciona con el evidente azolve que presenta la bahía, así como lo mencionado anteriormente con respecto a los drenajes que se vierten.

En lo referente a áreas de importancia ambiental, destaca la incidencia del Área de Proyecto sobre el sitio Ramsar "Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira" que es un humedal de importancia para la conservación, y que presenta factores adversos como contaminación del agua por descargas de aguas residuales incorporadas a la zona costera, destacando las de origen agrícola, y en la zona circundante, contaminación por actividades principalmente industrial, urbana y agrícola.

En general el área del proyecto y el SAR, cuentan con características ambientales importantes para su conservación pues permiten la presencia de la vida silvestre. De los componentes del sistema biótico y de acuerdo al análisis numérico y de campo se distingue lo siguiente:

La vegetación alrededor de la laguna y la vegetación del SAR son semejantes en cuanto a tipos y estratos, destacando dos tipos de vegetación natural: vegetación halófila xerófila (asociación *Salicornia pacifica* – *Batis maritima*) y matorral sarcocaulé (asociación *Jatropha dioica*- *Celtis pallida*). Sin embargo, la diferencia es notable cuando se trata de riqueza específica, pues el SAR presenta claramente mayor riqueza. Por otra parte, la vegetación de una parte del SAR tiene un mayor nivel de conservación debido a que se encuentra a mayor altitud, en áreas con pendientes pronunciadas o en superficies donde el suelo es pedregoso.

En el trabajo de campo se registró la presencia de 21 especies de flora dentro del SAR, incluyendo el AP y su AI, destacando la presencia de 5 especies enlistadas en la NOM-

059-SEMARNAT-2010 (*Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Guaiacum coulteri* y *Amourexia palmatifida*). Sin embargo, es importante tener en consideración que el proyecto no realizará afectaciones directas sobre la flora del SAR ni del AI.

El área del proyecto se encuentra mayormente perturbada por su cercanía a la localidad de Topolobampo y a su uso para actividades urbanas e industriales principalmente es que dichas zonas cuentan con menores recursos para la fauna silvestre local. Los puntos de muestreo de fauna en el AP y su AI permitieron reconocer las especies que potencialmente podrían ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.

En cuanto a la fauna de invertebrados acuáticos, los resultados de dominancia de los copépodos y decápodos dentro del zooplancton coinciden con los registros previos; sin embargo, destaca la baja diversidad de estos grupos encontrados durante el periodo de estudio y su variación espacial, comparada con otras zonas o lagunas costeras en el Golfo de California. En cuanto a los grupos de macroinvertebrados, destacan los moluscos por su presencia en un mayor número de sitios y por su abundancia; su participación en diferentes niveles tróficos y su valor económico para los habitantes de la zona los convierten en un indicador del estado de conservación del ambiente o como instrumento para establecer áreas de conservación.

De acuerdo a los resultados de campo, el área del SAR cuenta con una mayor diversidad y abundancia de fauna de vertebrados que el Área del Proyecto y su Área de Influencia, estos resultados son influenciados principalmente por la numerosa presencia de las aves, las cuales por sus hábitos de vuelo, se distribuyen tanto en el ambiente terrestre como en el acuático; otros factores que influyen son el hecho de que es relativamente sencillo su registro, además de que el SAR presenta una amplia zona costera y que se ubica en la zona de la ruta migratoria del Pacífico que utilizan las aves durante su migración al sur.

En contraste, el grupo de menor diversidad es el de los anfibios, ya que este es un grupo de hábitos peculiares asociados al agua, además de que gran parte de estos no toleran los hábitats con altos disturbios.

La numerosa presencia de las aves, su participación en diferentes niveles tróficos, y su sensibilidad a la exposición de contaminantes, convierte a este grupo como un indicador de cambios ambientales.

En general, la amplia biodiversidad encontrada en campo denota la necesidad de un monitoreo a largo plazo de especies indicadoras, sobre todo de fauna, para evaluar los impactos del proyecto sobre el medio biótico.

El paisaje actualmente no es completamente natural, se encuentra la presencia urbana e industrial que se generó de manera indeliberada sin un orden adecuado esto contrasta con la portentosa belleza que se presenta en la bahía. La inserción del proyecto en sitios con paisajes ya degradados se ve ajustado pues el sitio ya se encuentra desequilibrado.

La región posee un crecimiento demográfico bajo; sin embargo, su ubicación geográfica privilegiada, combinada con la dotación de recursos naturales, han favorecido el desarrollo regional y se prevé que esa tendencia continúe en las próximas décadas.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1. Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.

La Evaluación de Impacto Ambiental es una herramienta de planeación que permite detectar posibles modificaciones o alteraciones al medio ambiente antes de realizar alguna actividad u obra de desarrollo. Este instrumento de política ecológica se basa en la predicción de los impactos, fundamentada en la naturaleza de la actividad proyectada y las características del sitio en el que se llevará a cabo, por lo que tiene un alcance preventivo que permite consolidar las obras y actividades aplicando medidas para reducir a un mínimo el impacto al ambiente.

La valoración de los impactos ambientales depende de la identificación de los cambios potenciales al entorno, estableciendo las posibles consecuencias de las actividades inherentes al proyecto sobre la zona de influencia en donde se inserta, que en este caso consiste de los efectos de la construcción de una terminal portuaria nueva en un cuerpo de agua lagunar, incluyendo áreas que serán dragadas, construcción de estructuras sobre pilotes y las actividades de carga durante la etapa de operación.

En el Capítulo II de este documento se presentaron las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto, mientras que en el Capítulo IV se describieron los rasgos distintivos de la zona y los componentes ambientales que pueden ser afectados. Con dicha información se iniciará el análisis de las posibles interacciones, para posteriormente determinar la magnitud de dichos impactos.

Las obras de infraestructura portuaria y los dragados se ubican en la Bahía de Ohuira, en el área frente a una planta de amoníaco en construcción. El entorno del proyecto consiste de un medio acuático, con pocas actividades a desarrollar en la zona terrestre. Los posibles impactos ambientales que se generarán como parte del dragado y el piloteado de estructuras se circunscriben al área cercana a la entrada de la laguna, en una zona próxima a la terminal de PEMEX y la API-Topolobampo.

Por otra parte, se propone disponer del material producto de dragados mediante un vertimiento en mar abierto en un área que actualmente se encuentra en estudio y para lo cual, antes de iniciar la construcción de la terminal portuaria, se obtendrá la autorización correspondiente.

A continuación se realizará un análisis de la relación Proyecto–Entorno en donde se ha incluido una lista de actividades a realizar de acuerdo con las características del proyecto y los factores ambientales que en general pueden ser afectados en un ambiente que incluye un entorno previamente transformado por la realización de actividades industriales y portuarias.

V.1.1. Matriz de Interacciones.

Esta técnica nos brinda una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, y está basada en una modificación de la Matriz de Leopold, donde se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto, así como vislumbrar aquellos factores que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones.

Para iniciar el análisis de los impactos ambientales es necesario que recordemos cuales son las actividades contemplada en cada una de las etapas del proyecto. Por ello se reitera que para la etapa de Preparación del Sitio para la construcción de la terminal no se requerirá de acciones específicas como desmontes o nivelación de áreas naturales, por lo que sólo consideraran la instalación del patio de colados y el campamento provisional para labores de apoyo.

La etapa de construcción iniciará con el acceso de la maquinaria y equipo. Esta etapa se centrará principalmente en la construcción de la pasarela y el muelle de carga, incluyendo la colocación de pilotes por medio de un martillo, así como en los dragados, con la extracción del material en las dársenas de atraque y maniobras. Los dragados incluyen la colocación de la draga y las mangueras en la zona de dragado, la conexión a las tuberías de impulsión en el caso de bombeo, el descenso de los equipos de succión hasta la capa de material a extraer y la extracción del sedimento. Para la disposición final del material en la zona de vertimiento se obtendrá autorización antes de iniciar las obras.

En la etapa de operación se realizará la carga de amoniaco en buque-tanques y en una segunda etapa, cuando haya disponibilidad de urea, la carga en buques graneleros de esta sustancia. Además del mantenimiento preventivo y correctivo de las estructuras y equipos de la terminal, periódicamente se harán dragados de mantenimiento dependiendo del ritmo de azolvamiento. Así, para la identificación de los impactos, el proyecto se dividió en 4 etapas con 16 acciones, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones.

Para este proyecto se obtuvo una lista de factores impactantes y factores impactados que corresponde con las características del proyecto portuario, incluyendo la construcción de las obras y el entorno del litoral de la Bahía de Ohuira. En la Tabla V.1 se presenta la información correspondiente a la construcción de la terminal portuaria y los factores generalmente impactados por este tipo de desarrollos. Como se puede ver, en los listados aún no se hace referencia a la importancia relativa de los factores presentes ni la magnitud del impacto generado o si este es significativo o no.

Tabla V.1. Acciones impactantes y factores impactados en el proyecto

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES IMPACTADOS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del Sitio. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Instalación del campamento provisional. 1.2. Establecimiento del patio de colados. 2. Construcción. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Transporte de materiales y maquinaria. 2.2. Dragado de construcción de canales y dársenas. 2.3. Hincado de pilotes de la pasarela y muelle. 2.4. Duques de alba de amarre y de atraque 2.5. Instalación de ductos y banda Transportadora 2.6. Control de los sedimentos resuspendidos 2.7. Derrames accidentales 2.8. Presupuesto económico de la obra. 3. Operación y Mantenimiento. <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Transporte de amoniaco por ducto 3.2. Carga de amoniaco en barcos 3.3. Carga de urea mediante la banda transportadora 3.4. Señalización para la navegación 3.5. Mantenimiento del muelle y pasarela 3.6. Dragados de mantenimiento 4. Abandono del Sitio. 	<p>MEDIO NATURAL</p> <p>Atmósfera (clima, contaminación por ruido). Suelo (erosión, sedimentación, geomorfología, geotecnia). Medio Marino (dinámica litoral, batimetría, corrientes, turbidez, materia orgánica, nutrientes, sólidos en suspensión, turbulencia, contaminación por aceites y grasas, contenido en oxígeno, DBO). Flora (biomasa, cobertura de vegetación bentónica, fotosíntesis, alteraciones fitoplancton, alteraciones hábitat, reversibilidad). Fauna (estabilidad, contaminación especies, biomasa, cadenas tróficas, zooplancton, alteración hábitat, recursos pesqueros, reversibilidad). Medio Perceptual (paisaje natural, valores estéticos, elementos singulares).</p> <p>MEDIO SOCIOECONOMICO</p> <p>Usos del territorio (pesca, servicios varios). Culturales (valores histórico-artísticos, vestigios arqueológicos). Infraestructura (urbanización, comunicaciones). Economía y Población (empleo temporal, bienestar, valor del suelo, economía local, renta <i>per capita</i>).</p>

A partir de aquí se iniciará la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consiste de un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones del proyecto y en las filas los componentes ambientales del SAR y el sitio del proyecto. Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que puede ser modificado por la realización del proyecto. Para ello se establecen diferentes niveles de acuerdo a la magnitud de la modificación, que son:

- **Sin Interacciones Esperadas.** Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula.
- **Efectos Desconocidos o Indefinidos.** En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos.
- **Interacción Adversa Relevante.** Se considera cuando un elemento del SAR, resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo.
- **Interacción Adversa Media.** Se presenta cuando un elemento del SAR es parcialmente perturbado por la construcción y operación del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o estado prístino, puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.
- **Interacción Adversa No Relevante.** Este nivel de impacto previsible se da cuando la modificación de un elemento es casi nula. También se pueden incluir aquellos procesos o aspectos de la operación que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. A diferencia del impacto previsible medio, estos no se deben generar por lo que requieren medidas de prevención en lugar de mitigación.

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más, de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla V.2, en donde se incluyen los símbolos que se emplearán en la matriz de interacción.

Tabla V.2. Simbología de la matriz de interacciones Proyecto-Componentes Ambientales.

Tipo de Impacto	Símbolo	Tipo de Impacto	Símbolo
Sin Interacciones Esperadas	.	Interacción Adversa No Relevante	□
Efectos Desconocidos o Indefinidos	◇	Interacción Benéfica	●
Interacción Adversa Relevante	■	Interacción Benéfica No Relevante	○
Interacción Adversa Media	■		

Tabla V.3. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la Terminal Portuaria GPO.

Elementos Ambientales	PRESENCIA EN EL SITIO DEL PROYECTO	Preparación del Sitio.		Construcción.								Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio *	
		Instalación del campamento provisional	Patio de colados	Transporte de materiales y maquinaria	Dragado del canal auxiliar	Dragado de construcción	Hincado de pilotes de la pasarela y muelle	Diques de alba de amarre y de atraque	Instalación de ductos	Banda Transportadora	Control de los sedimentos resuspendidos	Derrames accidentales	Transporte de amoníaco por ducto	Carga de amoníaco en barcos	Carga de urea mediante la banda transportadora	Señalización para la navegación		Tráfico de buquetanques	Dragados de mantenimiento.
ATMÓSFERA																		
a. Calidad del aire (partículas)	S	.	.	□	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Calidad del aire (gases)	S	.	.	□	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
c. Calidad del aire (emisiones fugitivas)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.
ENTORNO ACÚSTICO																		
a. Ruido a la atmósfera	S	.	.	□	□	□	□	.	.	.	.	.	.	□	□	.	.	□
b. Ruido en el agua	S	.	.	.	□	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□
GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA																		
a. Perfil batimétrico	S	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	□
b. Procesos de erosión/sedimentación	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
c. Impactos a estructuras por vibraciones.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Calidad del suelo (terreno de GPO)	S	.	□	.	.	.	.	.	□	.	.	□	.	.	.	.	.	.
HIDROLOGÍA																		

Tabla V.3. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la Terminal Portuaria GPO.

Elementos Ambientales	PRESENCIA EN EL SITIO DEL PROYECTO	Preparación del Sitio.			Construcción.							Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio *	
		Instalación del campamento provisional	Patio de colados	Transporte de materiales y maquinaria	Dragado del canal auxiliar	Dragado de construcción	Hincado de pilotes de la pasarela y muelle	Diques de alba de amarre y de atraque	Instalación de ductos	Banda Transportadora	Control de los sedimentos resuspendidos	Derrames accidentales	Transporte de amoníaco por ducto	Carga de amoníaco en barcos	Carga de urea mediante la banda transportadora	Señalización para la navegación		Tráfico de buques	Dragados de mantenimiento.
e. Cambios en los patrones de circulación	S	.	.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Calidad del agua (materia orgánica)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
g. Calidad del agua (sólidos suspendidos)	S	.	.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.
h. Calidad del agua (Metales pesados)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
i. Calidad del agua (nutrientes)	S	<input type="checkbox"/>
j. Calidad del agua (plaguicidas)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
k. Calidad del agua (grasas y aceites)	S	<input type="checkbox"/>
BIODIVERSIDAD (FLORA)																		
a. Algas marinas	S	.	.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.
b. Pastos marinos	S	.	.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.
BIODIVERSIDAD (FAUNA)																		
a. Organismos bentónicos	S	.	.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.
b. Ictiofauna	S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Mamíferos marinos (delfines)	S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Tortugas marinas	S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Aves marinas	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ECOSISTEMAS DEL SAR																		
a. Impacto por especies introducidas	S	<input type="checkbox"/>	.
b. Superficie subacuática colonizable	S	<input checked="" type="checkbox"/>
PAISAJE																		
a. Vistas escénicas	S	<input type="checkbox"/>
b. Paisaje nocturno	S	<input type="checkbox"/>
c. Elementos singulares	S	<input type="checkbox"/>
SEGURIDAD E HIGIENE DE LA COMUNIDAD																		
a. Tráfico en vialidades principales	S	.	.	<input type="checkbox"/>
b. Navegación en áreas de pesca	S	<input type="checkbox"/>	.	.
c. Sitios de disposición de residuos	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Seguridad en sitios de trabajo	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabla V.3. Matriz de Leopold modificada para el proyecto de la Terminal Portuaria GPO.

Elementos Ambientales	PRESENCIA EN EL SITIO DEL PROYECTO	Preparación del Sitio.			Construcción.							Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio *		
		Instalación del campamento provisional	Patio de colados	Transporte de materiales y maquinaria	Dragado del canal auxiliar	Dragado de construcción	Hincado de pilotes de la pasarela y muelle	Diques de alba de amarre y de atraque	Instalación de ductos	Banda Transportadora	Control de los sedimentos resuspendidos	Derrames accidentales	Transporte de amoníaco por ducto	Carga de amoníaco en barcos	Carga de urea mediante la banda transportadora	Señalización para la navegación		Tráfico de buques	Dragados de mantenimiento.
SEGURIDAD PORTUARIA																			
a. Navegación de embarcaciones menores	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Navegación de buques de carga	S	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO																			
a. Empleo	S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	.	.	.	.	.	○	○	□
e. Redes de servicios	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
f. Desarrollo local y regional	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■
* Esta etapa no se contempla en este momento.																			

V.1.2. Modelaciones numéricas del sistema.

Para el análisis general de los impactos se ha realizado una modelación numérica de los cambios en la circulación del agua en la zona del proyecto atribuible a los dragados. Así mismo se hizo una modelación matemática del sistema para analizar los cambios que pudiesen ocurrir a consecuencia de la presencia de las estructuras de la terminal portuaria en la forma en que se dispersa la descarga de agua de la CFE y la planta de amoníaco, respecto a estudios anteriores.

Para el estudio de la hidrodinámica y de la dispersión de las descargas de agua la canal de la CFE mediante modelación numérica, se utilizó el modelo hidrodinámico Delft3D, el cual es un programa de simulación hidrodinámica (y transporte) multi-dimensional (2D o 3D) que calcula fenómenos de flujo no estacionario y de transporte, que resultan de la marea y forzantes meteorológicas sobre una rectilínea o curvilínea cuadrícula límite ajustada. Los resultados se presentan en el Anexo K.

El programa Delft3D-FLOW 2D resuelve las ecuaciones no lineales para aguas de profundidad media o poco profundas. Estas ecuaciones se derivan de las tres ecuaciones de Navier-Stokes para superficie libre flujo incompresible y las hipótesis de Boussinesq. El sistema de ecuaciones consta de las ecuaciones horizontales del movimiento, la ecuación de continuidad, y las ecuaciones de transporte.

El modelo Delft3D-FLOW incluye formulaciones matemáticas que toman en consideración los siguientes fenómenos físicos:

- Gradientes de superficie libre.
- El efecto de la rotación de la tierra.
- Agua con densidad variable.
- Transporte de sal, calor y otros constituyentes.
- La variación en espacio y tiempo de la presión atmosférica sobre la superficie del agua.
- Evaporación y precipitación.
- Fuerzas generadoras de marea.
- Influencia del oleaje en el esfuerzo cortante en la base.
- Flujo a través de estructuras hidráulicas.

Para determinar el alcance del impacto por el ruido se utilizaron modelaciones tanto para el medio acuático como para el ruido atmosférico.

Para determinar los niveles de ruido en el medio acuático se utilizó un programa computacional a base de resoluciones logarítmicas simples. El modelo 3D se construye mediante la importación de los datos de la batimetría de la Bahía de Ohuira y con la colocación de fuentes de ruido en el entorno. Cada fuente puede consistir en un equipo elegido de las bases de datos estándar, definidas por el usuario o del sonido grabado. Ya que no se cuenta con datos medidos del sonido para el equipo que se utilizará, se emplearon valores en el rango altos de los reportados para el hincado de pilotes de acero con martillo Diesel.

Aunque también se pueden incluir en el programa métodos de mitigación del ruido, para obtener un resultado con los niveles máximos de ruido estos no fueron incorporados en el cálculo. Los niveles de ruido se calculan en toda el área del proyecto y se muestran en 3D, aunque por lo somero de la laguna sólo se presentan los resultados en la vista de planta.

V.1.3. Diagramas de interacción.

El desarrollo de diagramas de interacción sirve para presentar información acerca de las causas y las consecuencias de los impactos generados. En estos diagramas se señala la forma en que se relacionan los agentes causales con los elementos del entorno que resulten afectados, presentando incluso los efectos secundarios y terciarios. En la Figura V.1 se presenta la interacción de los impactos ambientales identificados para la terminal portuaria, mismos que sustentan los resultados previamente expuestos. En la figura se pueden observar algunos de los impactos secundarios del proyecto, es decir aquellos que afectan al medio biofísico y socioeconómico derivados una acción dada pero que no son iniciados directamente por esa acción.

La limitación que tienen estos diagramas es que la información que presentan es mínima en los aspectos técnicos de la predicción de impactos y los medios para evaluar comparativamente los impactos de distintas alternativas. Adicionalmente, estos diagramas pueden llegar a ser muy complicados visualmente, aunque en este caso, por ser pocas las obras y actividades involucradas, es posible comprenderlo fácilmente.

Otras limitaciones de los diagramas de interacción es que no se califican los impactos de manera cuantitativa, por lo que no es fácil realizar la comparación de distintas alternativas del proyecto. Además, no se pueden hacer representaciones espaciales de la información.

En el diagrama realizado para este proyecto se presentan las distintas etapas del proyecto y las acciones que se realizan en cada una de ellas. Para cada acción se identifican las principales fuentes de impacto y los impactos ambientales asociados, señalando los diferentes receptores. Aunque los impactos son diferentes en cada etapa podemos ver que las pesquerías, así como las especies y hábitats acuáticos deben ser analizados con mayor énfasis.

Con base en la información obtenida en la matriz de impactos y el diagrama de interacción, en el siguiente apartado se realiza una descripción por componente ambiental afectado en cada una de las etapas que integran el proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO: "TERMINAL PORTUARIA GPO"

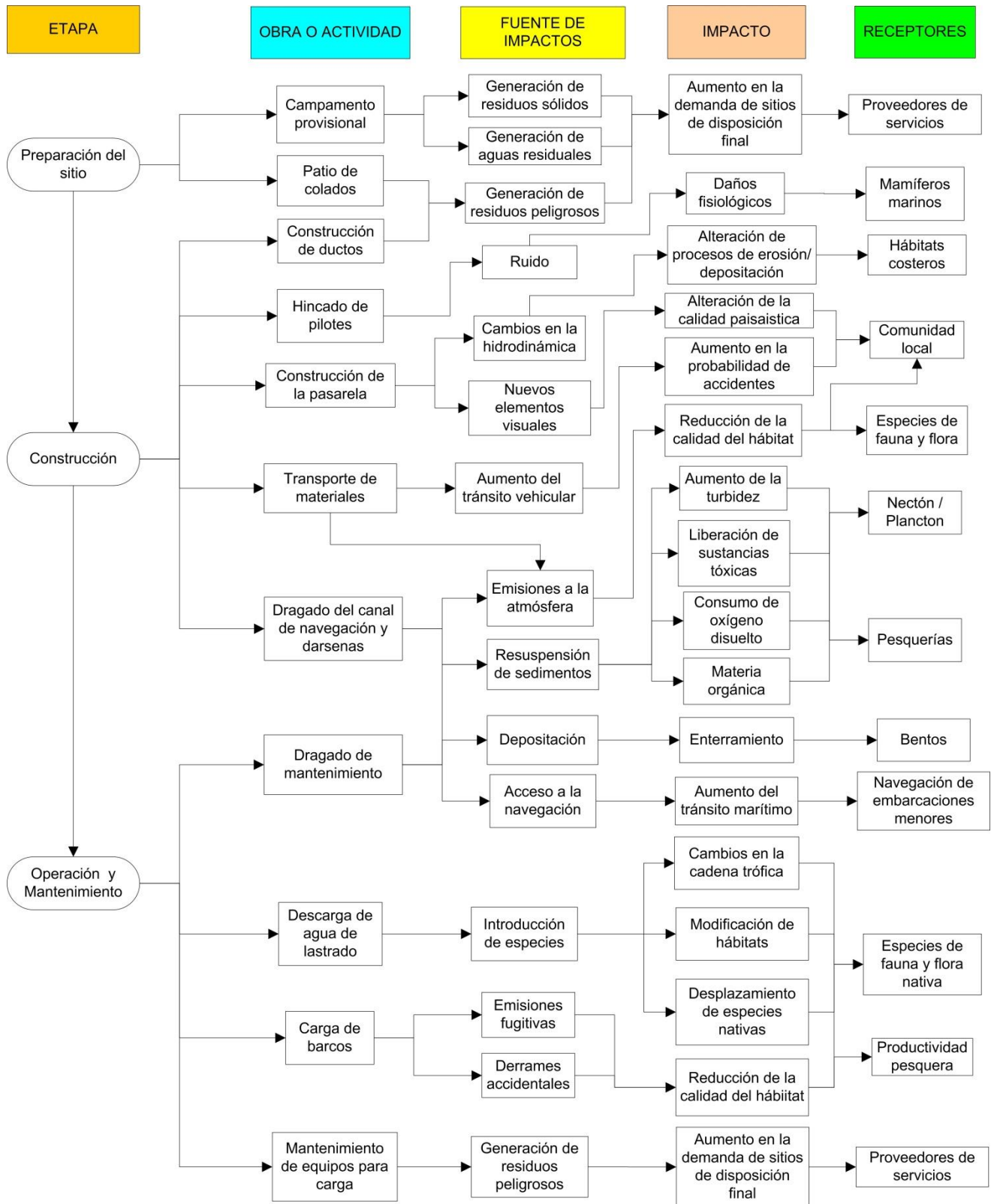


Figura V.1. Diagrama de interacciones para la terminal portuaria.

V.2. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.

Una vez identificadas las interacciones que constituyen propiamente los impactos ambientales se procederá a evaluar las características de los mismos para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos.

El modelo matricial que se ha empleado contiene las obras y actividades básicas y los elementos del medio que se considera que pueden interactuar entre sí. Bajo este contexto, las perturbaciones generadas en el sistema pueden verse a través de varios criterios de acuerdo a la naturaleza del impacto y a las características del ambiente. Así, la evaluación de los impactos debe considerar al disturbio con los efectos colaterales a través del tiempo y espacio. En el presente trabajo se consideraron seis parámetros:

- **Carácter.** Hace referencia a los efectos hacia el interior del sistema, reflejando la respuesta de los componentes ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso (+) o benéfico (-)
- **Magnitud.** Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de la fuente de impacto relacionada con el proyecto, las cuales comprenden tres niveles:
 - Local, menos de un kilómetro alrededor de la obra o actividad que produce el impacto;
 - Zonal mayor que un kilómetro y menor de cinco y;
 - Regional, más de cinco kilómetros.
- **Duración.** Denota la permanencia del impacto en el ambiente, considerando tres atributos:
 - Temporal, el impacto y sus consecuencias duran el mismo tiempo que la actividad que lo produce; y
 - Permanente, los disturbios se mantienen en el ambiente por tiempo indefinido mayor de 5 años.
- **Significancia.** Se refiere a la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca

alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, indicándose si es considerado significativo (SI) o no significativo (NO).

- **Acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o en el presente, indicándose si es considerado acumulativo (SI) o no acumulativo (NO).
- **Residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual (SI) o no residual (NO).

Tabla V.4. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
V.3.1. <i>Atmósfera (Calidad del aire)</i>	V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.2. Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.3. Reducción de la calidad del aire emisiones de embarcaciones durante la etapa de operación.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.4. Reducción de la calidad del aire emisiones fugitivas en el muelle de carga.	-	L	T*	No	No	No
V.3.2. <i>Entorno acústico.</i>	V.3.2.1. Reducción de la calidad ambiental por el ruido producido durante el hincado de pilotes.	-	L	T	No	No	No
	V.3.2.2. Reducción de la calidad del entorno por ruido durante los dragados.	-	L	T	No	No	No
	V.3.2.3. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	-	L	T	No	No	No
V.3.3. <i>Geología y Edafología.</i>	V.3.3.1. Alteración de los procesos de erosión sedimentación por los pilotes	IN	-	-	-	-	-
	V.3.3.2. Contaminación del suelo por derrames accidentales.	-	L	P	No	No	No
	V.3.3.3. Impactos a estructuras por vibraciones.	IN	-	-	-	-	-
V.3.4. <i>Hidrología.</i>	V.3.4.1. Cambios en los patrones de circulación en la laguna.	-	L	P	No	No	No
	V.3.4.2. Impacto de las estructuras de soporte (pilotes) sobre la circulación.	IN	-	-	-	-	-
	V.3.4.3. Reducción de la calidad del agua por sólidos suspendidos durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.4.4. Reducción de la calidad del agua por	-	L	P	No	No	No

Tabla V.4. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
	materia orgánica y nutrientes liberados del sedimento resuspendido.						
	V.3.4.5. Reducción de la concentración de oxígeno disuelto en la laguna.	-	L	P	No	Si	Si
	V.3.4.6. Reducción de la calidad del agua por plaguicidas liberados del sedimento resuspendido.	IN	-	-	-	-	-
	V.3.4.7. Reducción de la calidad del agua por metales pesados del sedimento resuspendido.	IN	-	-	-	-	-
	V.3.4.8. Reducción de la calidad del agua por grasas y aceites.	-	L	P	No	Si	No
	V.3.4.9. Contaminación del agua por los colados in situ.	-	L	P	No	Si	No
	V.3.4.10. Contaminación del agua por derrames accidentales.	-	L	P	No	Si	No
	V.3.4.11. Contaminación por aguas residuales.	IN	-	-	-	-	-
V.3.5. Biodiversidad (Flora).	V.3.5.1. Reducción de la cobertura de vegetación sumergida por los dragados.	-	L	T	No	No	No
V.3.6. Biodiversidad (Fauna).	V.3.6.1. Alteración de la fauna bentónica por la alteración del sustrato.	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.2. Afectaciones a los mamíferos marinos por el ruido.	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.3. Afectación a otras especies por el ruido.	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.4. Alteración de las aves marinas por el ruido de las operaciones de carga.	-	L	T	No	No	No
	V.3.6.5. Alteración de las comunidades zooplanctónicas.	+	L	T	No	No	No
V.3.7. Ecosistemas del SAR.	V.3.7.1. Introducción accidental de especies exóticas por el agua de lastrado de buques tanques.	IN	-	-	-	-	-
	V.3.7.2. Incremento de hábitats para especies marinas en los pilotes.	+	L	P	No	No	No
	V.3.7.3. Alteración del hábitat acuático por contaminación lumínica.	-	L	P	No	No	No
V.3.8. Paisaje.	V.3.8.1. Transformación de la calidad visual del paisaje.	+/-	Z	P	No	Si	No
	V.3.8.2. Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.	-	Z	P	No	No	No
	V.3.8.3. Degradación del entorno visual.	+/-	Z	P	No	No	No
V.3.9 Seguridad e higiene de la comunidad	V.3.9.1. Tráfico en vialidades principales con aumento en la posibilidad de incidentes viales por el aumento de vehículos en circulación durante la construcción.	-	L	P	No	Si	No
	V.3.9.2. Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad laboral.	-	Z	T	No	No	No
	V.3.9.3. Aumento en la posibilidad de incidentes que	-	L	T	No	Si	No

Tabla V.4. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
	involucren a la población						
	V.3.9.4. Sitios de disposición de residuos	-	Z	T	No	No	No
	V.3.9.5. Molestias a la población.	-	Z	T*	No	No	No
V.3.10. Seguridad Portuaria	V.3.10.1. Navegación de embarcaciones menores	-	L	P	No	Si	No
	V.3.10.2. Interacciones de los usos de la zona marina.	-	R	P	No	No	No
V.3.11. Entorno Socioeconómico.	V.3.11.1. Navegación de buques de carga Tráfico marítimo con aprovechamiento del potencial portuario de la Bahía de Ohuira.	+	R	T	No	No	No
	V.3.11.2. Aumento de la oferta de empleo en Topolobampo y Los Mochis.	+	R	T	No	No	No
	V.4.11.3. Redes de servicio.	+/-	Z	T	No	No	No
	V.3.11.4. Aumento en la demanda de servicios e infraestructura urbana.	-	Z	T	No	No	No
	V.3.11.5. Desarrollo del potencial económico de Topolobampo.	+	R	P	No	No	No
<p>C = Carácter: Adverso (+), Benéfico (-), Elementos subjetivos (+/-). M = Magnitud: L (Local, en área < 1 km), Z (Zonal, en área < 5 km), R (Regional, en área > 5 km). D = Duración: T (Temporal, dura lo que la actividad impactante), P (Permanente, dura más de 5 años). S = Significancia: Si (es significativo), No (no es significativo). A = Acumulativo: Si (es acumulativo), No (no es acumulativo). R = Residual: Si (es residual), No (no es residual). IN = Impacto nulo (impacto posible en proyectos similares que no espera ocurran en este proyecto). * Aunque la posibilidad es permanente la ocurrencia es nula u ocasional.</p>							

La Tabla VI.6 presenta información adicional acerca de componentes y factores sociales sujetos de cambio derivado de la construcción de la terminal portuaria. Cabe señalar que los factores sociales particulares no serán analizados en su totalidad en este documento, sino que forman parte de las acciones emprendidas por GPO se están para logara un acercamiento con la comunidad.

V.3. Descripción de los Impactos Identificados.

De acuerdo con los resultados del análisis anterior, podemos observar que los impactos ambientales ocurren en más de una de las etapas del desarrollo del proyecto. Los impactos en la etapa de construcción son causados principalmente por el uso de la maquinaria de construcción para el piloteado de las estructuras y por la realización de los dragados. En la etapa de operación el impacto más notable es atribuible al desplazamiento de las actividades de transporte de amoniaco 600 m hacia la Bahía de Ohuira.

V.3.1. Calidad del aire.

V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción. Durante la construcción se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de la maquinaria que se emplea para la construcción, particularmente la utilizada para la realización de los dragados y para la colocación de los pilotes para la pasarela y el muelle. Estos equipos utilizan combustible Diesel, cuyo material particulado fino ha sido asociado con diversos problemas respiratorios y cardiovasculares.

La duración en el aire de los compuestos generados por los gases de combustión varía de acuerdo a las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio, de tal forma que pueden permanecer desde unas horas hasta varias semanas. En particular, en el sitio del proyecto las condiciones prevalecientes favorecen la dispersión rápida de los contaminantes, evitando su acumulación. Se considera que este será un impacto local, temporal y adverso, pero no significativo.

V.3.1.2. Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales. Durante la construcción también se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de los vehículos con los que se realice el transporte de los materiales para la construcción de la pasarela y el muelle.

Estas emisiones se generarán principalmente a lo largo de la ruta de acceso al sitio del proyecto, incluyendo la carretera Los Mochis a Topolobampo. Se transportarán en camiones de carga tanto materiales pétreos como los tubos de acero para los pilotes. Sin embargo, la totalidad del material no será transportada al sitio de la obra al mismo tiempo, sino que el transporte se distribuirá a todo lo largo de la etapa de construcción. Esto evitará la concentración de vehículos y un tráfico inusualmente intenso en la carretera.

De acuerdo con lo anterior, no se espera un incremento notable de PM10, compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NOx) provenientes del escape de vehículos. Podemos calificar el impacto como adverso, local de baja magnitud y temporal, pues cesará una vez que la construcción de la terminal haya sido concluida.

En la etapa de construcción también puede haber dispersión de polvo desde los camiones que transporten materiales pétreos, así como polvo en el patio de colados proveniente de las áreas de almacenamiento de los materiales para las formas precoladas. Para atenuar su efecto la carga de los camiones se cubrirá con lonas y en el patio de colados habrá riegos que se harán de manera periódica. En este caso también se puede esperar una dispersión muy rápida de las partículas que escapen las medidas de control, a causa de la topografía de la zona y los vientos.

Por otra parte, en la etapa de operación toda la carga (amoníaco y urea) se transportará al muelle por medio de un amonioducto y una banda transportadora, por lo que en esa etapa no habrá tráfico de camiones de carga que generen emisiones a la atmósfera.

V.3.1.3. Reducción de la calidad del aire emisiones de embarcaciones durante la etapa de operación. Los barcos de carga que utilizan bunker fuel son en parte responsables de que los puertos sean importantes generadores de contaminación del aire. En este sentido, la terminal portuaria de GPO solamente tendrá dos posiciones de atraque, por lo que la generación de contaminantes será baja.

Como se describió en el Capítulo II, el transporte de amoníaco se hará con dos buques, con una capacidad de 35,000 toneladas cada uno, entre mayo y agosto, con un barco cada 15 días aproximadamente. El resto del año no se transportará amoníaco por buques,

ya que este se distribuirá en Sinaloa. Al existir una fuente local de amoniaco, la importación por barco desde otros países o puertos nacionales no será económicamente viable. Así, si se considera que la exportación de amoniaco desde la terminal estará acompañada por una reducción en el número de barcos que actualmente arriban a la terminal de PEMEX para abastecer de esta sustancia a la región, podemos esperar una reducción neta en las emisiones provenientes de embarcaciones, ya que el volumen que se requiere para abastecer la región es mayor que el volumen que será exportado. En la actualidad aún no se tienen planes para recibir barcos para el transporte de urea, ya que no se sabe cuándo esta estará disponible.

Generalmente el efecto de la contaminación procedente de los barcos empeora cuando se emplean flotillas de camiones que utilizan combustible diesel para realizar el transporte de la carga fuera y dentro de los recintos portuarios. Como ya se señaló antes, la carga hacia la terminal portuaria de GPO se transportará por ductos y, en el futuro, con la banda transportadora, sin utilizar camiones, por lo que este no será un impacto asociado a su operación. Cabe destacar que las grúas en el muelle, las garzas y la banda transportadora trabajan con electricidad y no generarán emisiones a la atmósfera.

V.3.1.4. Reducción de la calidad del aire por emisiones fugitivas en el muelle de carga durante la operación. En el muelle, durante las operaciones de carga ocasionalmente pueden producirse emisiones fugitivas de amoniaco desde las conexiones, válvulas, bridas y tuberías. Es importante resaltar que en este caso nos referimos únicamente a incidentes menores de emisiones a la atmósfera que podrían ocurrir ocasionalmente sin alterar las condiciones normales de operación de la terminal portuaria (los incidentes más grandes o aquellos que incluyan derrames al agua de la laguna se analizan en el estudio de riesgo que acompaña a esta MIA).

El impacto de estas emisiones se dará principalmente sobre el medio laboral, cuando se utilice la terminal para la carga de los buques, y se atiende mediante los manuales de procedimientos aplicables. Con relación a los alrededores y los sistemas naturales, este podría considerarse como un impacto temporal, aunque adverso por su naturaleza incidental. Sin embargo su magnitud es baja ya que la terminal no colinda con áreas sensibles y por su naturaleza, la cantidad de material liberado en estos incidentes es baja.

Por otra parte, la banda transportadora que en el futuro se utilizaría para movilizar urea a granel va a estar totalmente cubierta, por lo que no habrá dispersión de esta sustancia por el viento o por el manejo.

V.3.2. Entorno acústico.

V.3.2.1. Reducción de la calidad ambiental por el ruido producido durante el hincado de pilotes. El ruido es provocado por el aumento de la energía residual en forma de ondas sonoras. De acuerdo con el Artículo 155 de la LGEEPA están prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Durante la etapa de construcción de la terminal portuaria habrá diversas actividades que generarán ruido. De acuerdo con el Artículo de la LGEEPA ya mencionado, en la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

El controlar las emisiones de ruido en los sitios donde se realiza una construcción es importante para mantener la calidad ambiental, especialmente cuando dichas obras se llevan a cabo en un área de importancia ecológica, como es el Sitio Ramsar 2025, Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira. En este apartado se revisarán los efectos del ruido en la atmósfera, mientras que el impacto del ruido en el medio acuático se analizará en el apartado referente a biodiversidad.

Como se describió en el Capítulo IV, el ruido de fondo en el sitio del proyecto es bajo e incluye el ruido de la carretera y algunas actividades en las instalaciones de CFE y PEMEX. Lo niveles promedio actuales en la zona industrial se encuentran entre 43.4 y 50.6 dB (A), los cuales son niveles bajos.

Como referencia, la Tabla V.5 presenta niveles comparativos de acuerdo a la intensidad del ruido. Dado que el ruido se mide en una escala logarítmica, una reducción de 3 dB equivale a reducir el ruido a la mitad. Como aproximación general, sí en el sitio de una obra para ser oído a 2 m de distancia es necesario gritar, el nivel de ruido probablemente está alrededor de 85 dB (A).

Tabla V.5. Nivel de intensidad del sonido.

Intensidad del sonido	Nivel Comparativo	Intensidad del sonido	Nivel Comparativo
100 dB	Perforadora eléctrica.	65 dB	Actividad en una oficina.
85 dB	Tráfico en una calle concurrida.	40 dB	Sala de estar (sin televisión o radio).
70 dB	Aspiradora.	0 dB	Umbral de audición.

Fuente: Davis, 1991.

Generalmente el ruido de los diversos métodos de piloteado excede los 85 dB (A) aunque, dado que las emisiones no son continuas a lo largo de la jornada laboral, el nivel de ruido observado puede convertirse a un nivel de ruido continuo equivalente que toma en cuenta la duración de la emisión, la distancia al origen, la amortiguación y la reflexión. La Figura V.2 presenta el nivel de ruido para diferentes equipos normalmente empleados para el hincado de pilotes. En el caso del proyecto se utilizará un martillo Diesel que puede alcanzar niveles de 120 dB (A).

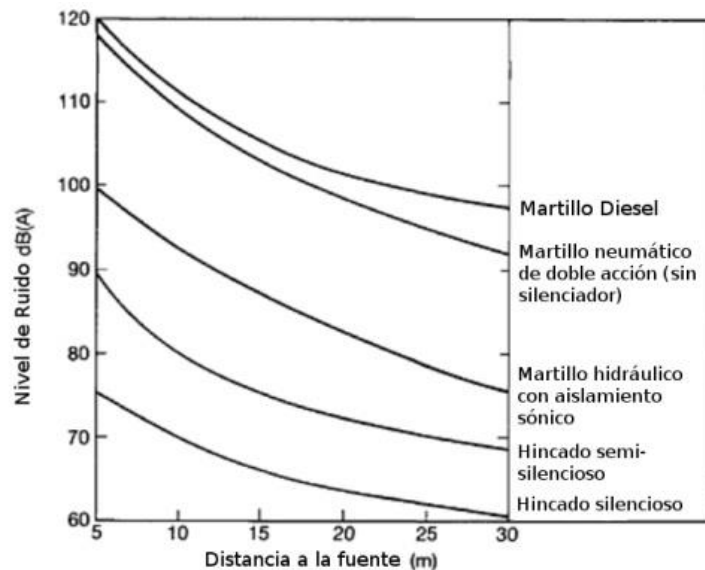


Figura V.2. Nivel de ruido de diferentes equipos para el hincado de pilotes (adaptado de Tomlinson, 2004).

A fin de establecer el nivel de ruido alrededor del sitio de la obra se empleó un modelo computacional para resolver las ecuaciones de propagación de sonido. Para el modelo se consideró una emisión de ruido de 120 dB(A), con una temperatura ambiente de 30 °C. En dicho modelo se consideró que:

- El sonido proviene de una fuente fija no direccional.
- El terreno se consideró plano y continuo.
- Las condiciones meteorológicas influyen poco en la propagación del ruido en la dirección del viento.
- No se contemplan vientos fuertes o inversión térmica que pueda afectar la propagación.

Los resultados de la modelación de los trabajos de piloteado en la zona del muelle se presentan en la Figura V.3. Hay que señalar que la fuente de ruido se desplaza progresivamente desde el inicio de la pasarela. La Figura V.4 presenta el área de influencia del ruido para esta última posición.

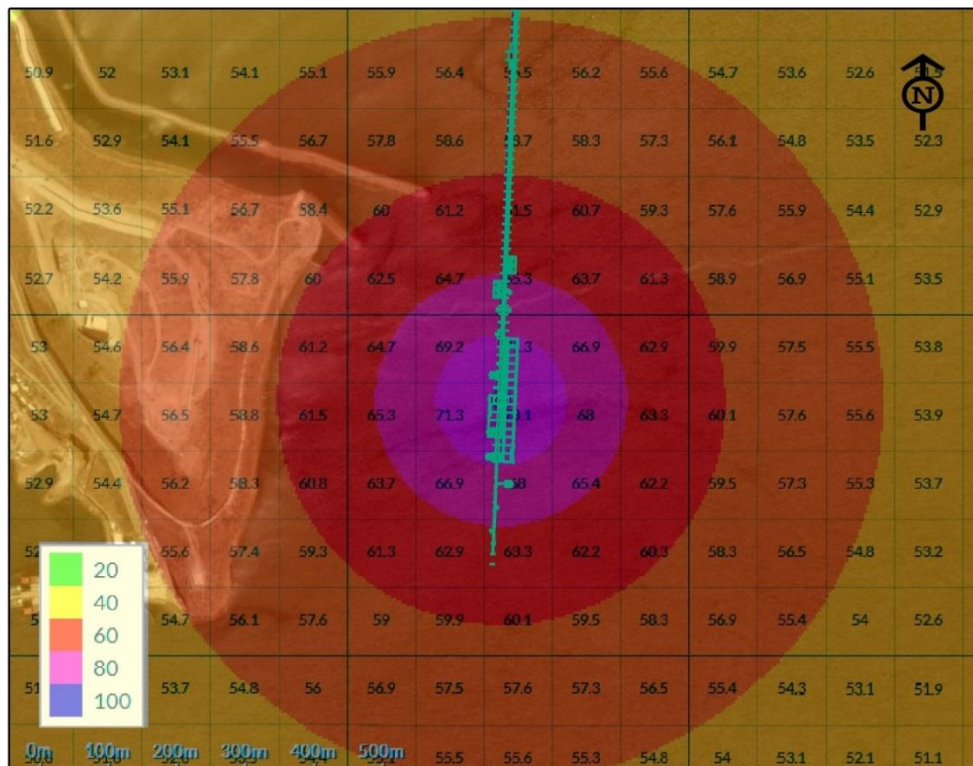


Figura V.3. Modelación del ruido del piloteado del muelle.

Como puede verse, a una distancia de aproximadamente 600 m el ruido generado en cualquier punto en el que se realicen los trabajos de pilotado es similar al ruido de fondo alrededor de la áreas industriales y habitacionales. A esa distancia no existen áreas residenciales ni áreas que alberguen poblaciones abundantes de fauna silvestre.

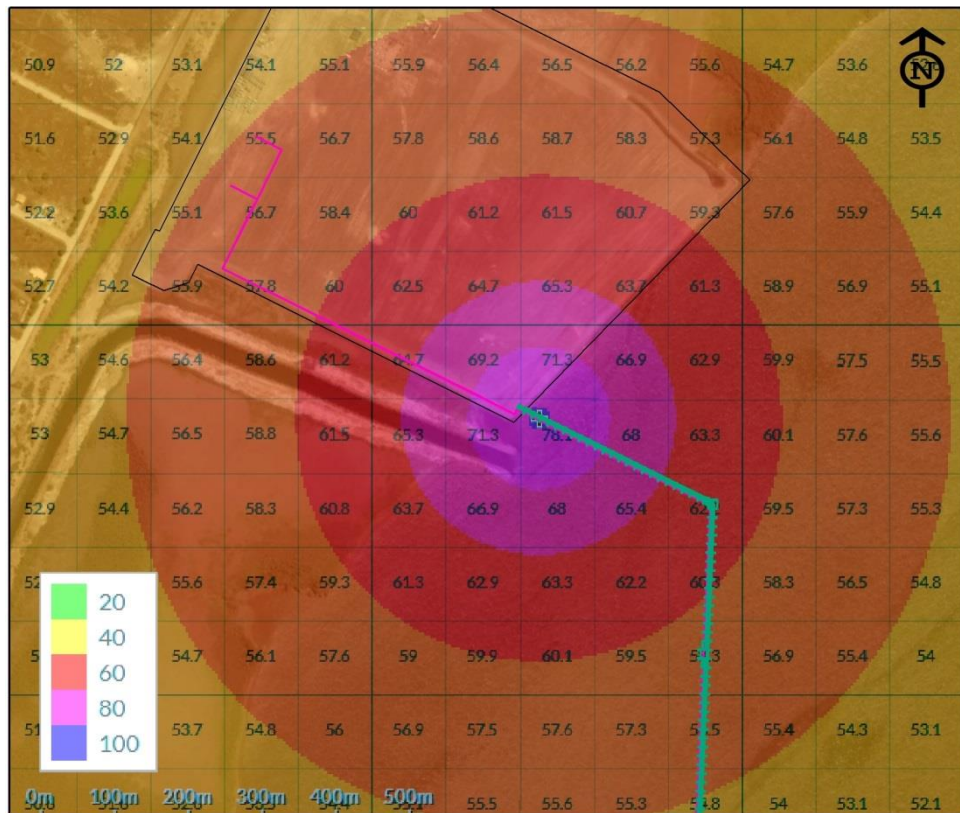


Figura V.4. Modelación del ruido del pilotado al inicio de la pasarela.

Existen otros datos que muestran que para los martillos más ruidosos la atenuación del ruido provocado por el hincado de pilotes, hasta el nivel de 70 dB (A), requiere de una distancia mayor a 1000 m. Así, si localmente se estableciera un nivel de ruido de 70 dB (A), sería necesario adoptar medidas de control de emisiones a fin de proteger a quienes habitan o trabajan cerca del sitio de la obra. En este caso, una vez que el equipo este en el sitio del proyecto se deberá hacer una evaluación del ruido y verificar que no se rebasen los niveles considerados en esta MIA. En este caso no existen áreas residenciales a menos de 1 km de ninguno de los extremos del sitio donde se construirá la pasarela y el muelle.

Aquí vale la pena mencionar que cualquier modelación es solo un estimado del efecto real que tendrán las emisiones de ruido sobre el medio ambiente. Al iniciar las obras deberán realizarse mediciones del ruido de los martillos Diesel que se empleen y del ruido a diferentes distancias de la obra para verificar los resultados presentados aquí.

Dado que la urbanización más cercana es una zona portuario industrial (muelle de PEMEX), no hay afectaciones a algún asentamiento humano por este ruido, por lo que no hay impacto en la población. Además, aunque el ruido se genere de forma periódica, este no es continuo, debido a que el horario de trabajo es diurno.

Se ha considerado que el efecto del ruido será adverso, pero por ser temporal y reversible, no significativo. El hecho de que el proyecto se ubique en una zona abierta representa por sí mismo un factor que favorece la mitigación del ruido, por lo que el efecto del impacto sigue siendo temporal y reversible, lo que permite mantener su magnitud como local y no significativo.

V.3.2.2. Reducción de la calidad del entorno por ruido durante los dragados. Las labores de construcción del dragado del canal de acceso, la dársena de maniobra y la dársena de atraque generarán ruido por el uso de la maquinaria y la presencia de los trabajadores. Este es un impacto que solo se percibe cuando hay actividad y que cesa cuando se deja de laborar y el nivel de ruido regresa a la normalidad. De igual manera el ruido generado durante las labores del dragado no causará mayores afectaciones a las que ya existen en la zona, ya que será mitigado por la distancia a áreas habitacionales y a zonas pobladas por fauna silvestre. Esto hace que el impacto sea restringido, por lo que es considerado como adverso no significativo. No obstante, es importante observar la normatividad vigente en relación a los niveles de ruido y horarios en que se genera.

V.3.2.3. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación. La etapa de operación incluye la manipulación de carga a través de ductos y por medio de la banda transportadora. En esta etapa no habrá ruido por el tráfico de vehículos pesados.

Dependiendo del equipo empleado, el ruido de las bombas para la carga de amoniaco podría percibirse a una distancia de entre 300 y 400 m como un sonido grave, de baja frecuencia e intensidad, no intrusivo. A dicha distancia del muelle no existen asentamientos humanos ni áreas con gran presencia de fauna que puedan ser alteradas. Las condiciones atmosféricas que pueden influir en los niveles de ruido incluyen la humedad, la dirección del viento y la velocidad del viento.

Para las actividades en el muelle, será aplicable la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Esta norma establece los límites máximos permisibles de exposición para periodos de 1 horas (99 dB (A)), 2 horas (96 dB (A)), 4 horas (93 dB (A)) y 8 horas (90 dB (A)). La norma requiere que se haga una evaluación de acuerdo con el tipo de ruido y el tipo de medición, ya sea ambiental o personal y se obtenga el Nivel de Exposición a Ruido (NER), que se debe comparar con los límites establecidos.

Si no se rebasan los límites, pero se tienen 85 dB o más, se debe dotar de equipo de protección personal a los trabajadores expuestos e implementar un programa de conservación de la audición. Si se rebasan los límites, se deben aplicar las medidas de control descritas en el Capítulo 8 de la propia norma.

Es importante señalar que la NOM-011-STPS-2001 no es aplicable para controlar el ruido con el fin de prevenir riesgos o molestias a la población y el medio ambiente fuera de la zona de trabajo.

V.3.3. Geología y Edafología.

V.3.3.1. Alteración de los procesos de erosión sedimentación por los pilotes. . La pasarela y el muelle estarán cimentados mediante pilotes, aproximadamente a 3 m de altura sobre el espejo del agua y con 12 m de separación entre las filas de pilotes, de manera que no se obstruya la circulación del agua ni se seccione el cuerpo de agua. No se realizará ningún relleno en la laguna ni se colocarán estructuras que puedan constituir una barrera física, tales como espigones, muelles a base de tablaestacado, etcétera.

De acuerdo con las modelaciones numéricas realizadas para el proyecto, las estructuras propuestas, entre las cuales pueden circular libremente las corrientes de marea, no provocarán cambios en los procesos de erosión, transporte de sedimentos o azolvamiento. Al respecto se debe señalar que en los alrededores del sitio del proyecto no existen ríos ni arroyos que aporten materiales sedimentarios.

V.3.3.2. Contaminación del suelo por derrames accidentales. Para la realización del proyecto se contará con un patio de colados en el área del campamento provisional. El campamento estará destinado tanto para los trabajadores como para el acopio del material y el equipo. Debido a la ubicación del proyecto con respecto a los centros de población donde se contratará al personal (principalmente los Mochis y Topolobampo), este no requerirá pernoctar en la zona de trabajo. En el patio de colados se realizarán actividades tales como soldadura y colado de preformados. El campamento se establecerá sobre el relleno ya existente, que consiste de gravas y arenas, con malla de geotextil.

Los impactos adversos potenciales en el suelo donde se ubica el campamento provisional y el patio de colados, se refieren a la contaminación en dos vertientes: disposición inadecuada de residuos de tipo doméstico y derrames accidentales de hidrocarburos. En este caso los suelos que podrían ser afectados forman parte del área de relleno colindante con la Bahía de Ohuira donde se construye la planta de amoniaco.

El riesgo de contaminación del suelo está presente en todas las etapas del proyecto por la operación constante de maquinaria que requiere de combustibles, aceites y, algunas

acciones de mantenimiento *in situ*. Es evidente que, durante la etapa de construcción, la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el suelo es mayor, dado el incremento en la cantidad de maquinaria que prevalecerá en el sitio por un lapso específico. Para atender esta posibilidad también se ampliará y dará continuidad al Programa de Manejo de Residuos ya establecido para la planta de amoniaco de GPO, de forma que abarque todo lo relacionado con la construcción de la terminal portuaria.

Aunque siempre existe la posibilidad de un derrame accidental de sustancias o residuos sólidos y líquidos provocado por los trabajadores, aun cuando se contarán con las instalaciones necesarias para la recolección de residuos y con sanitarios portátiles, se considera que la probabilidad de ocurrencia es baja y que en caso de ocurrir serían impactos locales, mitigables y no significativos. Además es importante señalar que estará estrictamente prohibido el derrame intencional de sustancias directamente al suelo o cuerpos de agua, así como la realización de composturas mayores dentro del área.

En caso de presentarse algún derrame accidental este se atenderá en tiempo y forma de acuerdo a la normatividad aplicable en la materia y el programa de control de derrames, pero de cualquier forma resultarían no significativos por tratarse de impactos reversibles, locales y temporales.

V.3.3.3. Impactos a estructuras por vibraciones. Durante el hincado de pilotes además del ruido habrá vibraciones que se percibirán en los terrenos contiguos. Existen pocas evidencias de que las vibraciones que se transiten a través del suelo causen daños a edificaciones en buen estado cerca de sitios de construcción controlados adecuadamente.

En este caso, dado que en la zona aún no hay edificaciones no se espera ningún daño por vibraciones. No hay tampoco áreas residenciales ni edificios antiguos o bajo algún régimen de protección.

V.3.4. Hidrología.

V.3.4.1. Cambios en los patrones de circulación en la laguna. En términos generales son tres las formas de alterar la circulación interna en las lagunas costeras. Es posible que se incremente el momento del agua cuando se agrandan las bocas y los canales de comunicación con el mar, como en el caso de las obras proyectadas en el sistema Bahía de Ohuira. También se puede aumentar la mezcla vertical con baffles. Por último, se pueden desviar los movimientos horizontales de agua hacia las áreas con problemas creando canales o trincheras.

Aunque los dragados pueden causar algún cambio en los flujos hidrodinámicos, la magnitud y el tipo de efecto estarán relacionados con la magnitud del material extraído comparado con las dimensiones totales del sistema. Sin embargo, los impactos generados por las obras de dragados en la hidrodinámica y la geomorfología de los cuerpos costeros no pueden ser enunciados de manera general. Los efectos suelen ser difíciles de distinguir de otros factores.

Los principales efectos de un aumento en la circulación en la circulación interna de las lagunas costeras se reflejan en un aumento de la mezcla vertical, lo que disminuye la probabilidad de una estratificación y aumenta la probabilidad de la resuspensión de partículas. Además, la fracción de agua con tiempos de residencia largos dentro de la laguna se reduce. Otro efecto es que puede aumentar el tiempo de retención de las aguas que ingresan del océano junto con larvas y organismos juveniles que se movilizan por advección, en forma pasiva. Todo esto se puede considerar como positivo, aunque también existe la posibilidad de que ocurra la resuspensión de grandes cantidades de sedimentos.

Para esa Manifestación de Impacto Ambiental se hizo una modelación numérica del sistema, cuyos resultados se presentan en el Anexo K. Con dicha modelación se lleva a cabo un análisis de los efectos en la hidrodinámica, del proyecto de dragado para el canal de navegación, así como la geometría del muelle de carga y pasarela, en la Bahía de Ohuira, en el Estado de Sinaloa, México.

Como parte de la modelación se realizaron estudios de campo durante 3 meses, en los cuales se instaló equipo de medición en diferentes puntos repartidos en las bahías de Topolobampo y de Ohuira, para observar la evolución de la marea y la temperatura. Además, se hizo el levantamiento batimétrico de la zona de estudio mediante recorridos en lancha con sonda.

Por otro lado, para determinar los volúmenes de aportación vertidos sobre las bahías de Topolobampo y de Ohuira, se llevó a cabo un análisis hidrológico para diferentes periodos de retorno, localizándose 13 escurrimientos que descargan en la zona de estudio. Los resultados de los estudios de campo, permiten concluir que:

- La marea es de tipo mixta.
- Todas las señales de marea medidas, presentan la misma frecuencia del espectro entrante de marea, por lo que se puede determinar que la marea es la que rige la dinámica en las bahías.
- La profundidad máxima en el dominio de estudio se presenta en el canal de navegación, llegando a los 36 m de profundidad.
- La bahía de Ohuira es somera, presentando profundidades no mayores a 4 m, salvo en el caso del canal que la cruza desde la conexión con la bahía de Topolobampo, hasta su parte central.

Para las simulaciones numéricas, se utilizó el modelo Delft3D que calcula fenómenos de flujo no estacionario y de transporte, que resultan de la marea y forzantes meteorológicas sobre una rectilínea o curvilínea cuadrícula límite ajustada. El dominio de estudio utilizado en las simulaciones numéricas abarca una extensión de 129 km² aproximadamente, donde se consideran parte de la bahía de Topolobampo, el puerto de Topolobampo, el canal de acceso a la bahía de Ohuira, y toda la extensión de la bahía de Ohuira.

Se realizaron simulaciones numéricas con duraciones de 48 h para diferentes escenarios, siendo en marea muerta y marea viva, con y sin aportes hidrológicos, tanto para las condiciones actuales, como para las condiciones de proyecto.

Las simulaciones se forzaron con la marea medida en campo, con el viento impuesto a partir de los datos de la estación climatológica instalada en campo, y con los aportes hidrológicos calculados para cada escurrimiento. Además, la temperatura medida en el mar se impuso en la frontera Oeste del dominio, para tomar en cuenta la variación estacional de la temperatura del mar. La salinidad se mantuvo constante de 35 ‰ dado que no se contó con un registro de datos históricos.

En las simulaciones de los escenarios para las condiciones actuales, se tomaron en cuenta tanto la succión como la descarga de la Central Termoeléctrica Juan de Dios Bátiz Paredes de Topolobampo, Sinaloa, junto con sus propiedades térmicas y salinas. Así mismo, se consideraron los gastos excedentes de succión y de descarga, así como los sobreincrementos de temperatura y salinidad, originados por la Planta de Amoniaco. En las condiciones de proyecto, se consideró la influencia del proyecto de dragado (para el canal de navegación), así como la influencia del muelle de carga y pasarela, en la hidrodinámica y en la dispersión térmica y salina.

Las conclusiones en base a los resultados de las simulaciones numéricas, para cada escenario, son:

- Se confirma que la marea es la que rige la dinámica en el sistema, y los aportes hidrológicos tienen efectos locales.
- El viento que actúa sobre la superficie libre no presenta efectos significativos en la dinámica.
- En todos los escenarios la velocidad de la corriente es máxima en el canal de acceso al Puerto de Topolobampo.
- La hidrodinámica y la dispersión térmica y salina esperada de acuerdo con estudios previos, prácticamente no sufrieron cambios en las condiciones de proyecto, con respecto a las condiciones actuales, en los cuatro escenarios contemplados, esto es, estiaje-marea muerta, estiaje-marea viva, lluvias-marea muerta y lluvias-marea viva.
- La variación máxima que se presentó en las velocidades hidrodinámicas, entre las condiciones actuales y las condiciones de proyecto, en la zona del muelle de

carga, fue de 0.21 m/s, en escenario de marea viva, es decir, fue prácticamente insignificante. Así mismo, lo anterior provocó que la dispersión térmica y salina tampoco sufrieran cambios significantes con respecto a las condiciones actuales o esperadas.

- En escenarios de marea muerta, durante el periodo de 48 h de simulación, el área de influencia máxima de la pluma térmica es de 1.88 km², que representa el 1.92 % de la superficie total de la bahía de Ohuira. El área de influencia máxima de la pluma salina es de 0.42 km² que representa el 0.43% de la superficie total de la bahía de Ohuira. En este escenario es posible que no se presente recirculación de la pluma térmica y salina, hacia la succión, porque se observó que las plumas tienden a dispersarse hacia el Noreste.
- En escenarios de marea viva, durante el periodo de 48 h de simulación, la pluma térmica abarca una superficie de aproximadamente 1.26 km², siendo esta el 1.29% de la superficie total de la bahía de Ohuira. Asimismo, el área de influencia máxima de la pluma salina es de 0.41 km², representando el 0.42% de la superficie de la bahía de Ohuira.
- Los aportes hidrológicos no generaron cambios en los patrones de dispersión de las plumas térmica y salina, pese a que aportan agua con diferentes concentraciones de salinidad y con diferente temperatura que la de la masa de agua de las bahías.

V.3.4.2. Impacto de las estructuras de soporte (pilotes) sobre la circulación. La pasarela tendrá una longitud de 1,514.89 m hasta la plataforma de carga con un primer tramo de 295.24 m sobre caballetes de 12.30 m de ancho y en un segundo tramo de 1,219.65 m también sobre caballetes de 12.3 m de ancho. Al final de la plataforma de carga habrá una pasarela de 133.82 m de largo que da acceso a la posición de atraque de dos remolcadores. La pasarela y el muelle estarán cimentadas sobre 606 pilotes y su parte inferior estará aproximadamente a 3 m de altura sobre el espejo del agua, de manera que no se obstruya la navegación de embarcaciones menores ni se seccione el cuerpo de agua. A partir de los resultados de la simulación hidrodinámica incluyendo estos elementos, podemos observar que, durante el periodo de marea muerta, la dinámica se rige por la marea, ya que, a través de los vectores de

velocidad de corriente, se observa una condición de flujo hacia la bahía de Ohuira durante la pleamar o marea alta, y por el contrario, se observa la condición de reflujos hacia el mar durante la bajamar o marea baja. El viento que actúa sobre la superficie libre, así como los aportes hidrológicos, no presentan efectos significativos en la dinámica, dado que la variabilidad de las corrientes es acorde al tren de marea al manifestar flujo en pleamar y reflujos en bajamar.

Los vectores de velocidad de corriente permiten observar que las velocidades máximas se presentan en el canal de acceso al Puerto de Topolobampo, siendo superiores a 0.5 m/s. La Bahía de Ohuira presenta en general poca dinámica en relación al flujo existente en el canal de entrada.

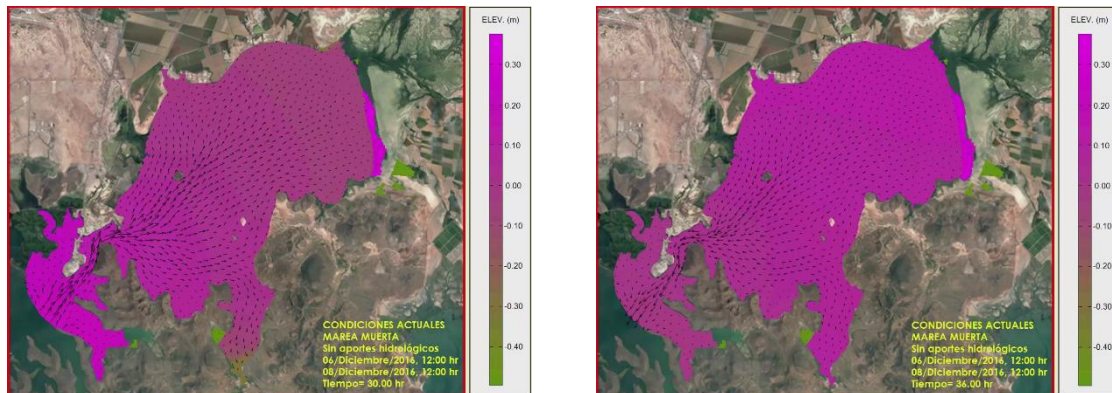


Figura V.5. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujos), durante el periodo de marea muerta.

A diferencia del escenario de marea muerta, cuando la marea es viva la velocidad del flujo se acelera por los diferenciales del nivel de la superficie libre que son más importantes. La velocidad de la corriente alcanza los 1.17 m/s como máximo, cuando el flujo es entrante a la bahía.

La hidrodinámica de la bahía de Ohuira comparando la hidrodinámica entre el escenario de condiciones actuales (sin proyecto) y el escenario de condiciones con proyecto, se mantienen prácticamente sin cambios. Los pilotes del muelle y la pasarela representan una barrera discontinua para el flujo hidrodinámico en la zona (sin bloquearlo en ninguna parte), siendo la diferencia de velocidades promedio con respecto a las condiciones sin proyecto, de solo 0.11 m/s, en las zonas aledañas inmediatas a estas estructuras, valor que disminuye paulatinamente al alejarnos de las mismas. Lo anterior, claramente indica

que el impacto de las estructuras del proyecto en la hidrodinámica general de la bahía de Ohuira es despreciable, como podemos observar en las siguientes figuras.

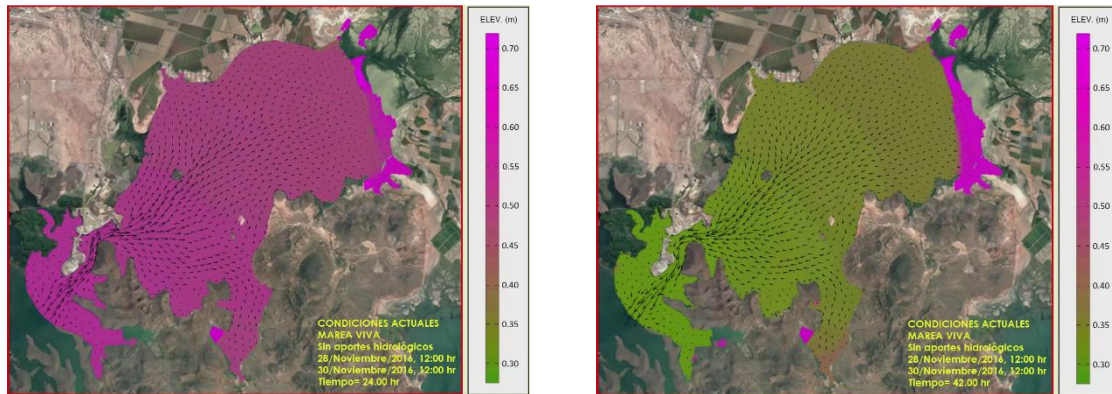


Figura V.6. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujos) y bajamar (reflujos), durante el periodo de marea viva.

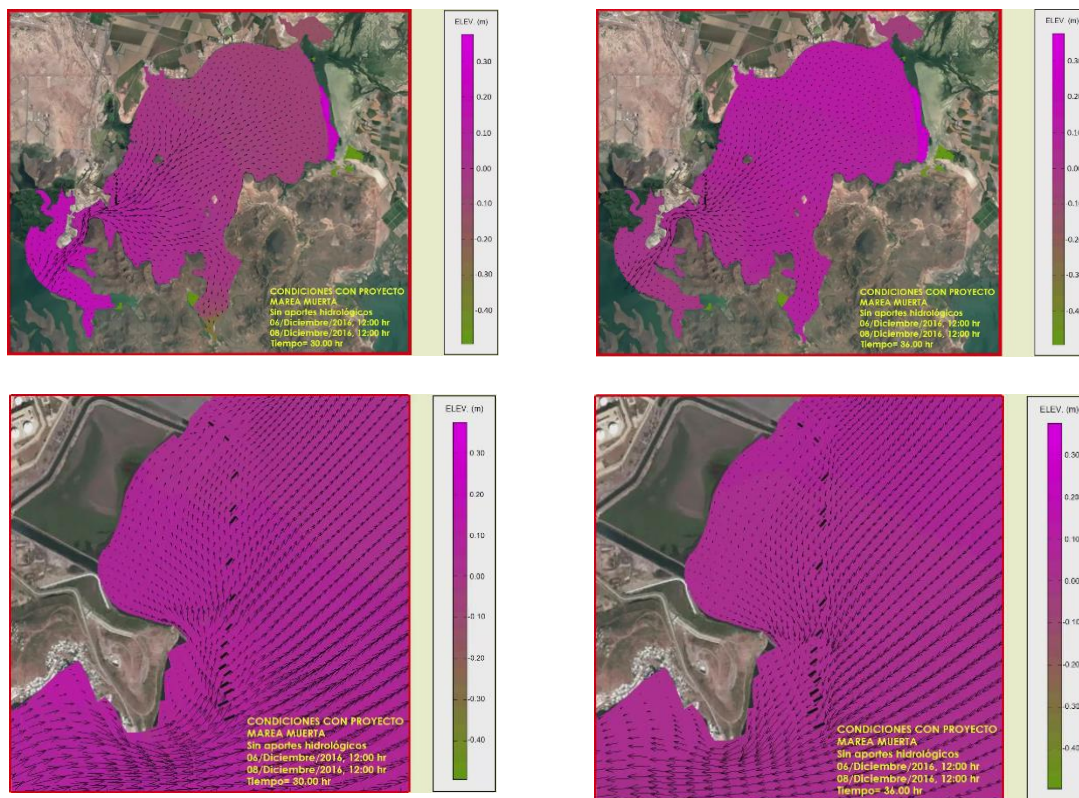


Figura V.7. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujos) y bajamar (reflujos), durante el periodo de marea muerta.

Durante el periodo de marea viva, tampoco hay cambios significativos una vez considerados el dragado del canal de navegación, el muelle de carga y la pasarela. La

diferencia promedio entre velocidades es de solo 0.20 m/s, en las zonas aledañas inmediatas a las estructuras del proyecto, confirmando con esto que la hidrodinámica general de la bahía de Ohuira, no resulta alterada.

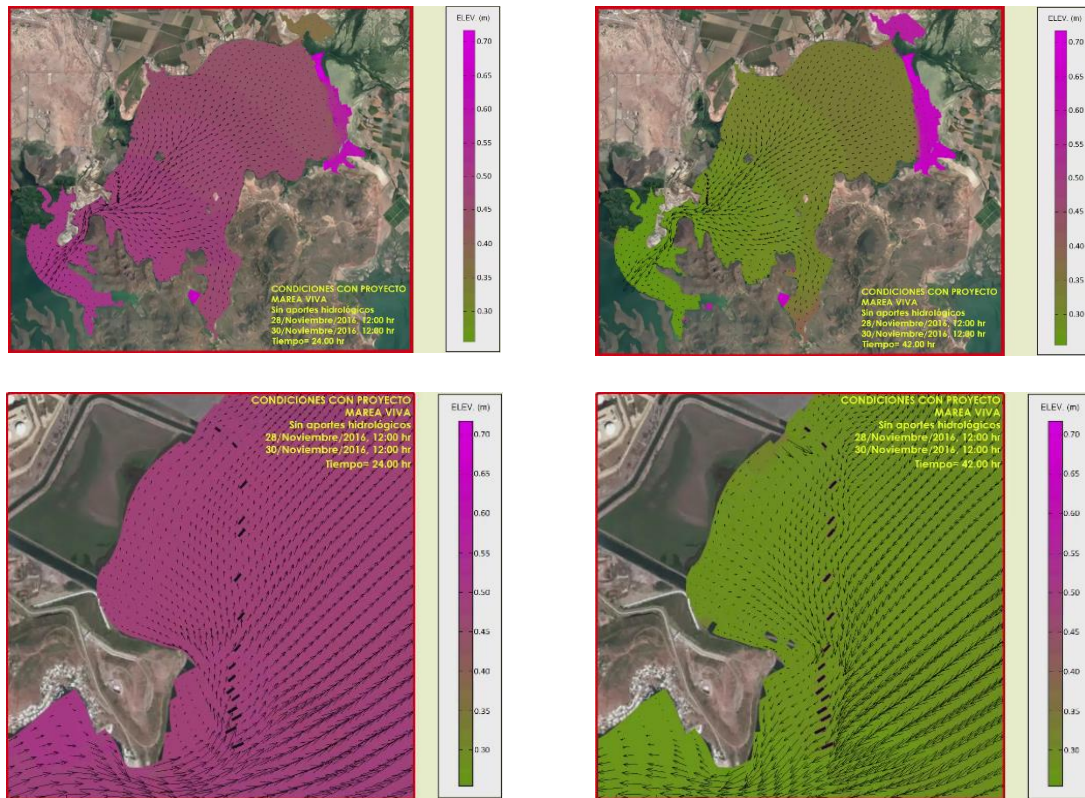


Figura V.8. Secuencias de la evolución de la elevación de la superficie libre y vectores de velocidad en pleamar (flujo) y bajamar (reflujo), durante el periodo de marea viva.

V.3.4.3. Reducción de la calidad del agua por sólidos suspendidos durante la construcción. En la etapa de construcción los sedimentos suspendidos en el agua de la laguna pueden incrementarse cuando se hagan los dragados para la dársena de maniobras y la dársena de atraque de la terminal portuaria. La acción de la draga hace que los sedimentos del fondo se remuevan y esto provoca la resuspensión de partículas, generando turbidez y con la consecuente reducción de la penetración de la luz necesaria para los procesos de fotosíntesis y cambios en el calor de radiación. La turbidez es el cambio físico más importante generado sobre la calidad del agua (Goodwin y Micaelis, 1984). Aunque la turbidez constituye un indicador general de la calidad de las aguas, aunque no ofrece información sobre un contaminante específico (Lenntech, 2009; Moreira *et al.*, 2009).

Hay que destacar que como parte del diseño del proyecto se incluyó el uso de barreras antiturbidez, por lo que el área afectada será confinada y limitada. De acuerdo con esto, dentro del área segregada por dichas barreras se pueden esperar los impactos siguientes provocados por el aumento en la turbidez:

- La reducción temporal en la producción primaria.
- Los sedimentos que se dispersen durante los trabajos de dragado pueden sedimentarse sobre los animales sésiles y las plantas que habiten en las inmediaciones. Al depositarse sobre los organismos, estos sedimentos pueden provocar stress y cambios fisiológicos tales como la reducción de la tasa de crecimiento y reproducción. En el peor de los casos este enterramiento podría tener consecuencias fatales (Bray, Bates y Land 1997).
- La obstrucción de las branquias de los peces, que queden atrapados en el área rodeada por las barreras antiturbidez. Sin embargo, es muy probable que los peces se alejen antes de las zonas alteradas por los trabajos de dragado, reduciendo su exposición al efecto dañino del material en suspensión.
- Si los peces se alejan de la zona de los dragados no habrá una reducción en la eficiencia alimentaría de los depredadores visuales que se alimentan cerca de la entrada de la Bahía de Ohuira.

El área donde ocurrirían estos impactos es muy pequeña, por lo que no se consideran significativos. Por lo general los sedimentos se depositan en las áreas adyacentes al dragado, donde su impacto en las comunidades recientemente alteradas es bajo, especialmente si los dragados son una actividad periódica en la zona. Sin embargo, si los sedimentos se dispersan en un área mayor pueden afectar a organismos más sensibles.

En este sentido debemos recordar ya se ha contemplado esta situación y que se ha previsto que durante los dragados se colocará una barrera antiturbidez, que impedirá la dispersión de los sólidos suspendidos afecten más allá de la zona inmediata a la terminal portuaria, es decir se minimizará el posible efecto en la calidad del agua y la fauna.

V.3.4.4. Reducción de la calidad del agua por materia orgánica y nutrientes liberados del sedimento resuspendido. Al momento de realizar los trabajos de dragado se alteran los sedimentos del fondo que, en algunos casos, pueden ser ricos en materia orgánica. En el caso de las obras propuestas y de acuerdo con los análisis de los sedimentos descritos en el Capítulo IV y el Anexo F, los sedimentos del sitio del proyecto tienen una concentración muy baja de materia orgánica, por lo que no se esperan aportes adicionales de nutrientes a la laguna por esta actividad. Así, no se esperan impactos, adversos ni benéficos, en el sistema, el cual ya tiene concentraciones elevadas de nutrientes por los aportes de aguas de riego.

En algunos sistemas la liberación de nutrientes de los sedimentos del fondo durante el dragado puede mejorar la producción primaria, aunque este proceso puede producir también condiciones eutróficas en otros sistemas que se caracterizan por concentraciones altas de nitrógeno y fósforo en la columna de agua.

Existen cuerpos de agua donde el sedimento dragado contiene altas concentraciones de elementos nutrientes, por lo que en ellos se esperaría que los niveles de fósforo y nitrógeno aumenten. También es posible que al dragar aumente la concentración de amoníaco. Sin embargo, estas concentraciones suelen reducirse rápidamente debido a la asimilación por las plantas. La liberación de amoníaco de los sedimentos estimula la producción de fitoplancton y es seguido por niveles más altos de pH, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno en las aguas lagunares.

En particular, como se describió en el Capítulo IV, los fosfatos son el componente que menor concentración mostró en las muestras de sedimentos obtenidas en cuatro estaciones en el área del proyecto (E1, E2, E3 y E4), seguido de nitritos y nitratos que también mostraron concentraciones bajas, mientras que el amonio osciló entre los 7.34 y los 25.87 mg/L alcanzando su máximo en las estaciones E4 y E2, mientras que la concentración de nitrógeno total mostró valores más altos en la estación E1, seguida de E3, E2 y E4 respectivamente (CIBNOR, 2016).

V.3.4.5. Reducción de la concentración de oxígeno disuelto en la laguna. Cuando durante algún dragado o lo vertimiento se alteran sedimentos ricos en materia orgánica puede ocurrir una reducción del oxígeno en las aguas adyacentes. Dependiendo de la ubicación y el momento en que se realiza el dragado, los organismos marinos en esa área pueden sofocarse o bien puede ocurrir que los peces migratorios y los mamíferos marinos eviten pasar por ahí. La concentración del oxígeno disuelto en el agua depende de la actividad química, física y biológica. Cuando esta concentración se reduce, los organismos en un cuerpo de agua pueden morir o reducir su tasa metabólica.

La materia orgánica en el agua puede provocar un incremento en la demanda de oxígeno, lo cual podría provocar condiciones de hipoxia o anoxia por la materia orgánica en los sedimentos, aunque en este caso la concentración de dicha materia es baja.

Se debe destacar que la baja en la concentración de oxígeno es temporal y los ciclos mareales restablecen las concentraciones rápidamente. Sin embargo, aun cuando este efecto sea solo temporal, si el abatimiento de la concentración de oxígeno ocurre durante algún momento importante del ciclo de vida en de alguna especie importante en términos ecológicos o económicos, el efecto puede ser adverso.

Por otra parte, en el caso de la terminal portuaria de GPO no habrá descargas de aguas residuales de ningún tipo, por lo cual no ocurrirá ninguno de los impactos asociados al amplio espectro de residuos sanitarios que pueden afectar a la concentración de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua. Dichos residuos incluyen los residuos sanitarios domésticos, algunos residuos industriales y algunas condiciones que se pueden presentar de manera natural. Las fuentes de estos residuos en un puerto pueden incluir las galeras de los barcos, los sistemas sépticos, las áreas para limpieza de pescado, la basura y las aves marinas.

V.3.4.6. Reducción de la calidad del agua por plaguicidas liberados del sedimento resuspendido. Los dragados de construcción y mantenimiento pueden tener un impacto sobre los hábitats y poner en serio peligro la salud humana y el medio ambiente cuando la concentración de sustancias tóxicas es alta. Tales impactos se asocian a sedimentos

contaminados por la precipitación y acumulación histórica de materiales peligrosos, ya sea debido a actividades llevadas a cabo en el sitio o fuera del mismo.

Como ya se explicó en los capítulos anteriores, los dragados de construcción y de mantenimiento removerán los sedimentos, que de acuerdo a los análisis realizados sobre el eje del canal y en donde se construirá el muelle, no contienen pesticidas, por lo que no se prevé un impacto en la calidad del agua (Anexo E).

V.3.4.7. Reducción de la calidad del agua por metales pesados del sedimento resuspendido. Los sedimentos en el fondo de puertos y canales costeros cercanos a centros altamente poblados e industrializados pueden contaminarse con metales pesados, hidrocarburos clorinados, petróleo, hidrocarburos y los otros compuestos químicos, el dragando en estas áreas frecuentemente libera los contaminantes a la columna de agua. Sin embargo, de acuerdo con el análisis de los sedimentos realizado en las áreas a dragar para el proyecto de la terminal portuaria, este no es uno de los impactos esperados.

Existe un grupo de contaminantes que incluye a los elementos Cd, Hg, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Co, Vn, Ti, Fe, Mn, Ag y Sn, además de los metaloides As y Se, los cuales tienen algunas propiedades de los metales y otras de los no metales. En conjunto todos estos elementos son comúnmente conocidos como metales pesados. Algunos ecotoxicólogos utilizan el término metales pesados para referirse a los metales que se ha comprobado que provocan un problema ambiental. Dado que algunos de los elementos mencionados no son pesados o no son verdaderos metales algunas veces se prefiere el término metales tóxicos. Algunos metales pesados han sido estudiados de forma intensiva, mientras que otros han sido prácticamente ignorados. Esto se debe a que muchos estudios se han orientado a conocer más acerca de aquellos metales que pueden ser nocivos para el ser humano, directa o indirectamente por bioacumulación.

En relación con las actividades de los puertos, algunos metales pesados están contenidos en partículas de pintura provenientes del lijado y lavado de alta presión de las embarcaciones (actividades que no se contempla realizar durante las etapas de construcción y operación de la terminal portuaria), aun cuando se debe considerar que los

trabajos rutinarios en los barcos mercantes de todos los tamaños incluyen la aplicación de pintura para el mantenimiento. También hay partículas metálicas en los aceites de motor, agua de sentina y escurrimientos que pueden provenir de las áreas de mantenimiento y reparación de los equipos del puerto. Los metales también pueden estar contenidos en los escurrimientos pluviales y en las descargas de algunas plantas de tratamiento de aguas industriales.

Por ser una terminal portuaria nueva, si se previene la contaminación desde las etapas iniciales posteriormente, cuando se realicen dragados de mantenimiento, se evitará la presencia de contaminantes como metales pesados, hidrocarburos y nutrientes, asociados a los sedimentos resuspendidos.

V.3.4.8. Reducción de la calidad del agua por grasas y aceites. La maquinaria empleada para las operaciones de carga y descarga, así como los dos remolcadores empleados para ayudar a los buquetanques que arriban a la terminal requieren de mantenimiento constante. En la terminal portuaria pueden generarse lubricantes gastados y residuos aceitosos en la plataforma de carga, provenientes del mantenimiento que se proporciona a los equipos ubicados en el muelle de carga. Dichos residuos se deberán manejar de acuerdo a los procedimientos indicados en este documento y en los manuales de operación de la empresa. Los materiales aceitosos y los lubricantes gastados serán recolectadas en un contenedor y de ahí se envían para su disposición final por medio de empresas especializadas, sin descargarlas nunca al medio ambiente.

El mantenimiento y la reparación de las grúas, maquinarias y embarcaciones auxiliares (remolcadores) involucran también el uso de solventes, tales como cloruro de metileno, tetracloreto y tricloroetileno. Las actividades en las que se pueden encontrar estos compuestos incluyen la reparación y mantenimiento de motores, así como la pintura y lavado de las embarcaciones auxiliares. Muchos solventes se pueden movilizar en aguas pluviales y pueden llegar al cuerpo receptor a través de un medio de transporte acuoso o en escurrimientos desde las áreas de trabajo.

El tipo de mantenimiento que se debe dar y el tiempo entre cada servicio debe hacerse en cada equipo o área de acuerdo con sus propias especificaciones, ya que este conoce las

características del motor y el tratamiento que debe dársele para sacar el máximo rendimiento.

En ningún caso se dará mantenimiento mayor a las embarcaciones que arriban al muelle a cargar amoníaco ni se permitirá la descarga de residuos, ya que dichas operaciones se harán a través de la API-Topolobampo.

V.3.4.9. Contaminación del agua por los colados *in situ*. Para la terminal portuaria se colocarán pilotes de acero reforzado, los cuales se llenarán con arena en la parte inferior y con concreto en los 3 m de la parte superior. Además, la superficie del muelle será también de concreto.

Generalmente la principal preocupación en relación con los colados *in situ* es el derrame de materiales de construcción, escombros y concreto a las aguas circundantes. Para prevenir los derrames uno de los aspectos más importantes será hacer una correcta colocación de la cimbra para la plancha del muelle y vigilancia para evitar y corregir fugas.

En este caso se ha previsto desde el diseño la inclusión de una medida de mitigación como lo es la colocación de mallas de contención. Cualquier construcción en o cerca del borde del agua donde los desechos pueden ser lavados o arrastrados por el viento hacia el agua, debe estar rodeado de mallas, que deben ser puestas en el agua antes de que comience el trabajo.

Las barreras también deben colocarse alrededor de áreas de almacenamiento, para evitar que los desperdicios vuelen y para prevenir el arrastre de partículas al mar. Si no se toman precauciones, el cemento utilizado para hacer el concreto puede ser movilizado por las corrientes locales. Si se derramará cemento sin control, este puede elevar considerablemente el pH del agua de mar circundante (Stark 1955), con el potencial para afectar a la biota.

Las precauciones para evitar la dispersión de estos materiales deben tomar en cuenta que es posible que ocurran tormentas durante el proceso de construcción, las cuales

puede provocar viento, lluvia o erosión, si no están debidamente emplazados o protegidos.

Las barreras antiturbidez se utilizarán durante el proceso de construcción, no sólo para los dragados, sino también durante la colocación de los pilotes. Se deberá verificar que la colocación sea correcta para evitar ocurran derrame de excesos de concreto durante la fase de construcción de la pasarela y del muelle, tanto durante el llenado de los pilotes, así como durante la posterior construcción de la cubierta de concreto del muelle en sí. Cuando se definan los equipos a utilizar se deberán tener en cuenta los detalles y/o especificaciones de la bomba que se utilizará para llenar los pilotes del muelle, así como el conector (para vincular la bomba y las aperturas de los pilotes) para evitar los riesgos de derrame.

V.3.4.10. Contaminación del agua por derrames accidentales. Una fuente de hidrocarburos en las aguas y sedimentos de los puertos se relaciona con derrames accidentales en los barcos o en las instalaciones en tierra. Por su naturaleza, la magnitud de estos derrames no puede anticiparse, pero cualquier empresa que se asiente en un puerto debe contar con medidas de prevención y respuesta en caso de que ocurra un incidente de este tipo.

La calidad del agua puede verse afectada debido a derrames accidentales en cualquiera de las tres etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación de la terminal portuaria). Se trata de un impacto potencial adverso, de baja probabilidad de ocurrencia, pero medianamente significativo, por ser temporal y local, aunque directo.

Este aspecto ambiental, ha sido considerado por GPO y será atendido a través de la implementación y ampliación (Anexo I) del Programa de Manejo de Derrames de la planta de amoniaco, con lo cual se reducirá la probabilidad de ocurrencia. Es importante señalar que en todo momento se tratará de evitar esta situación, prohibiendo estrictamente el derrame de sustancias directamente a la laguna, así como la realización de composturas mayores dentro del área que implique el uso de sustancias peligrosas. Por ninguna razón se permitirá arrojar sustancias o residuos directamente a la laguna, esteros o el mar.

V.3.4.11. Contaminación por aguas residuales. Para el caso de los servicios sanitarios en la etapa de construcción, se ha contemplado colocar sanitarios móviles en el área del muelle exclusivamente para que los trabajadores que laboren en el dragado realicen sus necesidades fisiológicas. Estos baños serán rentados a una empresa que cuente con la autorización pertinente para su operación; los residuos que se generen en éstos serán colectados por una empresa especializada que se los llevará hacia un sitio de disposición autorizado o a la planta de tratamiento de GPO. Dado que se contará con la recolección periódica de un proveedor autorizado en la materia para el retiro regular de los residuos generados, no se considera impacto alguno sobre la calidad del agua del sistema lagunar.

En la etapa de operación, en la terminal sólo se generarán aguas residuales en los sanitarios del edificio de control, las cuales serán almacenadas de forma temporal en un tanque de contención cuyo contenido posteriormente se trasladará por bombeo a un tanque portátil y se transportará de forma periódica a la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa. Los servicios de recolección de las aguas residuales de los barcos, si no cuentan con una planta de tratamiento, serán proporcionados por la API-Topolobampo.

V.3.4.12. Impacto del vertimiento de sedimentos en el mar. En la esta MIA-R sólo se incluye la información de la zona de tiro considerada para disponer del material de los dragados de manera informativa, ya que no se incluye aquí la solicitud de autorización para el vertimiento en el mar. Antes de iniciar los dragados o cualquier otra obra relacionada a la terminal portuaria se obtendrán todas las autorizaciones necesarias para poder realizar los vertimientos en dichas zonas.

De acuerdo con el Artículo 19 de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, para efectuar un vertimiento se requiere de permiso otorgado por la Secretaría de Marina, quien la otorgará de acuerdo con lo requerido en el Formato 1 # MPAD y autorización en materia de impacto ambiental, expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En este caso, los interesados en realizar el vertimiento del material extraído para la construcción de la terminal portuaria deberán solicitar por escrito ante la Secretaría de Marina, el permiso ya mencionado, en el que se especificarán la materia, la forma, el volumen y la fecha en que se propongan verterla.

El material producto del dragado de construcción y posteriormente de los dragados de mantenimiento, se verterá en el mar. Este material puede tener un efecto sobre el bentos de la zona que estará en función de la tasa de sedimentación y las características de la fauna. La fauna epibentónica móvil y los enterradores activos que se encuentren en la zona donde se deposite el sedimento son poco susceptibles a ser afectadas.

En el caso de los peces, los sedimentos pueden obstruir sus branquias, aunque por tratarse de nadadores activos, estos pueden evitar las zonas con altas concentraciones de sólidos. Por tratarse de sedimentos no contaminados con sustancias tóxicas, no se espera que haya efectos negativos por la presencia de contaminantes, aunque eso se describirá detalladamente cuando se haga la solicitud correspondiente.

V.3.5. Biodiversidad (Flora).

V.3.5.1. Reducción de la cobertura de vegetación sumergida por los dragados. Los impactos directos sobre la vegetación, provocados por los dragados de construcción y de mantenimiento, pueden incluir la eliminación o el recubrimiento del sustrato actual de la laguna en el área a dragar. Esa área abarca 19.871 ha para las dársenas de maniobra y atraque, donde también se realizarán dragados de mantenimiento y 7.76 ha del canal auxiliar para la construcción donde el dragado sólo se hará sólo una vez y no habrá dragados de mantenimiento. Los impactos indirectos pueden ser consecuencia de cambios en la calidad del agua provocados por la suspensión de sedimentos.

Las plantas pueden ser particularmente susceptibles al incremento de turbidez y a la redepositación de partículas suspendidas. Cuando la turbidez en la vecindad del sitio dragado es alta como una consecuencia habrá una atenuación de la luz que puede ser suficiente para reducir la producción primaria por fitoplancton y flora bentónica incluso más allá de los límites inmediatos del sitio dragado. Sin embargo, estos efectos son efímeros. Por ejemplo, la producción primaria del fitoplancton típicamente vuelve a los

niveles anteriores al dragado poco después de que este termina. La macroflora bentónica parece ser menos elástica, especialmente en áreas donde el dragado elimina la mayoría de la biomasa de las plantas y la redistribución de sedimentos y la turbidez se elevan.

Sin embargo, la vegetación dominante en el sitio del proyecto incluye especies como *Ulva lactuca* y *Gracilaria spp* las cuales parecen estar desarrollándose en forma abundante como consecuencia del enriquecimiento de las aguas de la laguna con nutrientes provenientes de las zonas agrícolas.

La vegetación de la laguna también incluye pastos marinos como *Thalassia spp* y *Halodule wrightii* (pasto de los bajos). Estas especies se desarrollan típicamente en fondos arenosos a fangosos y se pueden encontrar en praderas de especies mixtas de fanerógamas marinas. *Halodule wrightii* es una especie altamente tolerante a una gama de condiciones ambientales, incluyendo un amplio rango de salinidad (hipersalino), altas temperaturas, turbiedad, y eutrofización (Zieman 1982, UNESCO 1998, Hemminga y Duarte 2000, Green y Short, 2003, Larkum *et al.* 2006), lo cual le puede dar una ventaja dadas las condiciones actuales en la Bahía de Ohuira.

La reducción en la cobertura vegetal (ya sea por remoción durante el dragado o por turbidez) será temporal ya que, por ejemplo, las algas verdes y pastos marinos como *Halodule wrightii* podrían colonizar rápidamente y densamente las áreas donde se eliminó la vegetación, actualmente consistente en algas verdes y rojas. Además, este pasto se desarrolla desde la zona intermareal a submareal somera hasta una profundidad de aproximadamente 20 a 30 m, lo cual es más que la profundidad máxima de 14.55 m que tendrá el dragado de la dársena de maniobras. Así, si la profundidad fuese un factor que limitará el desarrollo de las macroalgas por una menor penetración de la luz, los pastos marinos tendrían una posibilidad de ocupar esas áreas.

En la superficie que se utilizará para el canal auxiliar la recuperación de la vegetación podría comenzar tan pronto avance el equipo de dragado a su siguiente posición, por lo que antes de que se termine la construcción del proyecto la cobertura vegetal ya se habrá recuperado y con ella el hábitat de las especies acuáticas asociadas.

En las áreas donde estarán las dársenas de maniobra y atraque la vegetación sufrirá alteraciones periódicas (quizás alrededor de cada tres años), pero dado que las especies presentes son de ciclos de vida y crecimiento rápidos, la ausencia de vegetación no será permanente en ninguna de estas áreas.

En relación a los pastos marinos, aun en el sitio cuando sólo se encontraron fragmentos, quizás desplazados por la marea, es importante señalar que la mayor parte del mantenimiento de las praderas de pastos y la producción de nuevos retoños ocurre probablemente a través de la elongación del rizoma (Phillips 1960). Además, en una laguna en Florida se observó después de una destrucción completa de los fondos marinos, hubo una rápida recuperación por pequeños parches que sugerían la recuperación a través de fragmentos.

Los fragmentos de las plantas dañadas permanecen viables hasta por cuatro semanas en los meses de primavera y hasta dos semanas durante los meses de otoño. La alta viabilidad de los fragmentos sugiere una alta distancia de dispersión (Hall *et al.* 2006)¹³.

Durante la fase de diseño se ha tomado en cuenta la profundidad de la zona de la terminal portuaria en términos de reducir la alteración de hábitats, así como la cantidad del dragado necesario.

¹³ Hall, L. M., M. D. Hanisak, R.V. Virnstein. 2006. *Fragments of the seagrasses Halodule wrightii and Halophila johnsonii as potential recruits in Indian River Lagoon, Florida*. Marine Ecology Progress Series 310:109 – 117.

V.3.6. Biodiversidad (Fauna).

V.3.6.1. Alteración de la fauna bentónica por la alteración del sustrato. El efecto inmediato de los trabajos de dragado es la destrucción del hábitat bentónico. Los organismos bentónicos que habitan sobre el fondo o enterrados serán removidos junto con el sedimento. Esta acción provocará la mortalidad de la comunidad bentónica del área de dragado, aunque posteriormente el sitio será recolonizado de forma natural. El proceso de recolonización puede ser por etapas, requiriéndose típicamente de uno o más años para la recuperación completa.

La fauna pionera suele ser oportunista, tal como los gusanos poliquetos, que inicialmente ocupan el sitio para luego ser reemplazados por otras asociaciones de organismos hasta alcanzar el equilibrio, en un proceso de sucesión. Las especies que originalmente habitan el sitio comúnmente vuelven al área perturbada. Sin embargo, la tasa a la que se lleva a cabo la recolonización varía ampliamente dependiendo de la ubicación geográfica, composición de sedimento y tipo de organismos. Por ejemplo, se ha informado de procesos de recolonización de un fondo fangoso en los que la infauna bentónica se establece a pocos días del dragado (USEPA, 1992). Esta rápida tasa de recolonización se atribuyó en mayor parte al tipo de organismos que habitan el área, principalmente especies con ciclos de vida cortos, con etapas relativamente móviles en sus ciclos de vida.

Mientras que los impactos inmediatos más grandes sobre la comunidad bentónica y el hábitat son atribuibles a la remoción de sedimento del fondo, existen otros efectos adversos que son atribuibles a redepositación de los sedimentos suspendidos durante el dragado, al incremento de la turbidez en el sitio de dragado y a la liberación de sustancias tóxicas junto con los sedimentos durante el proceso de dragado. Sin embargo, como se mencionó anteriormente en este caso la concentración de sustancias tóxicas como plaguicidas y metales pesados en el sedimento no fue detectable (Anexo E y Anexo F), por lo que no se espera un impacto adverso en la Bahía de Ohuira.

V.3.6.2. Afectaciones a los mamíferos marinos por el ruido. El hincado de pilotes para diversas infraestructuras, tales como muelles y pontones, puentes, aerogeneradores, plataformas de extracción de hidrocarburos, se desarrolla sobre todo en zonas costeras y se está haciendo más frecuente también en zonas de mar adentro, para construir parques eólicos marinos y plataformas petrolíferas. En este caso, el proyecto requiere de la colocación de pilotes para la pasarela y el muelle de la terminal portuaria dentro de una laguna costera.

Las fuentes de ruido antropogénicas se solapan en general con los rangos de audición y vocalización de los mamíferos marinos, tortugas y peces, por lo que deben ser tomadas en cuenta para identificar y, en su caso, mitigar los efectos sobre la fauna marina. La Tabla V.6 presenta los impactos generalmente asociados a las distintas fuentes de sonido que pueden encontrarse en una zona portuaria como la de Topolobampo. Como puede observarse, las actividades para el hincado de pilotes son las que pueden tener un mayor impacto provocando daños directos a los organismos.

Tabla V.6. Impactos según las distintas fuentes de sonido.

FUENTE	EFFECTOS DE MAS IMPORTANCIA
Embarcaciones	Enmascaramiento Desplazamiento del hábitat
Hincado mecánico	Trauma físico Perdida de oído Cambios en el comportamiento Efectos derivados del comportamiento
Dragas	Cambios en el comportamiento Efectos derivados del comportamiento Desplazamiento del hábitat

La presión sonora subacuática del hincado de los pilotes depende sobre todo del tamaño de las pilas y del martillo empleado (Tabla V.7). Sin embargo, hay otros factores que pueden causar grandes variaciones en la presión sonora medida en el sitio de un proyecto determinado o entre uno y otro proyecto. Estos factores incluyen principalmente la profundidad del agua, las condiciones de las mareas o las corrientes, y las condiciones geotécnicas que determinan la resistencia al hincado del pilote, así como la contribución del sonido de tierra.

La única forma de conocer el nivel de ruido real que provocará la construcción de la terminal portuaria es a través de la medición directa con un hidrófono una vez que la maquinaria de construcción este en el sitio. Sin embargo, con los valores de la Tabla V.7 es posible realizar una valoración preliminar para establecer las áreas donde el ruido tendrá un mayor efecto y para establecer medidas de control.

Tabla V.7. Nivel de ruido de acuerdo al tipo de pilotes.

Tipo de Pilote	Nivel de Ruido (golpe individual)		
Pilotes de madera: ¹	180 dB _{peak}	170 dB _{RMS}	160 dB SEL
Pilotes de concreto: ²	192 dB _{peak}	176 dB _{RMS}	174 dB SEL
Steel H-piles ³ :	190 dB _{peak}	175 dB _{RMS}	155 dB SEL
Pilotes de acero 12-pulgadas:	208 dB _{peak} ⁴	191 dB _{RMS} ⁵	175 dB SEL ⁶
Pilotes de acero 14-pulgadas:	195 dB _{peak} @ 30m ⁷	180 dB _{RMS} @ 30m ⁸	
Pilotes de acero 16-pulgadas ⁸ :	200 dB _{peak} @ 9 m	187 dB _{RMS} @ 9m	
Pilotes de acero 24-pulgadas ⁹ :	212 dB _{peak}	189 dB _{RMS}	181 dB SEL
Pilotes de acero 30-pulgadas ¹⁰ :	212 dB _{peak}	195 dB _{RMS}	186 dB SEL
Pilotes de acero 36-pulgadas ¹¹ :	214 dB _{peak}	201 dB _{RMS}	186 dB SEL
Pilotes de acero 12 60-pulgadas dia.:	210 dB _{peak}	195 dB _{RMS}	185 dB SEL
Pilotes de acero 66-pulgadas dia. 12:	210 dB _{peak}	195 dB _{RMS}	
Pilotes de acero 96-pulgadas dia. 12:	220 dB _{peak}	205 dB _{RMS}	195 dB SEL
Pilotes de acero 126-pulgadas dia. 12:	213 dB _{peak} @ 11m	202 dB _{RMS} @ 11m	
Pilotes de acero 150-pulgadas dia. 13:	200 dB _{peak} @ 100m	185 dB _{RMS} @ 100m	
Fuente: WSDOT Biological Assessment Guidance, 2016.			

Es importante destacar que los niveles de ruido en el medio acuático pueden ser descritos de diferentes maneras. Los niveles presentados en Tabla V.7 incluyen el nivel de pico (peak), la raíz cuadrática media (RMS) y el nivel de exposición sonora (SEL):

- **Raíz cuadrática media (RMS).** El valor RMS se calcula como la raíz cuadrada de la media de los valores de presión de la onda y se utiliza para cuantificar el ruido de naturaleza continua. Las fuentes sonoras que integrarían este grupo incluyen el tráfico marítimo, operaciones de dragado o ruido de fondo marino.
- **Nivel de exposición sonora (sound exposure level, SEL).** El SEL es una medida de la energía de una señal acústica, por lo que depende tanto de su

amplitud como de la duración de la misma. También es referido como SEL_{ss} por su uso para la medición del ruido de pilotes (SS por single strike). Se calcula como la integral de los valores de presión instantánea al cuadrado, normalizada a una presión de referencia al cuadrado, durante 1 segundo. Así, para medidas de sonido submarino el SEL está referenciado a 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Sirve para comparar sucesos sonoros de distintas presiones máximas y duraciones, al referirlas a un tiempo de 1 segundo. Cuando el periodo de tiempo del sonido es menor que un segundo, el RMS será mayor que el SEL. Para señales mayores de un segundo, el nivel de exposición sonora (SEL) será mayor que el nivel de presión sonora RMS.

- **Nivel de pico (peak).** Los niveles sonoros pico es el valor absoluto máximo instantáneo que puede ser recogido en un intervalo de tiempo determinado. El nivel de pico mostrará si una señal puede producir un daño fisiológico debido a una presión muy alta, aunque sea instantánea.

McCauley et al. (2002) encontró una secuencia para el hincado de pilotes compuesta por uno o dos impulsos intensos asociados con el peso del martillo dirigido hacia abajo, seguido por 2 a 6 rebotes de menores. Los espectros de la energía demostraron picos sobre todo entre 100 hertzios y 1 kilociclo. Las señales individuales se redujeron típicamente 20 a 30 dB entre los golpes iniciales y el último rebote. La duración de la señal promedió fue de $47 \pm 0,5$ milisegundos (rango 10 a 200 ms).

En la Bahía de Topolobampo y cerca de la entrada de la Bahía de Ohuira es común la presencia del delfín nariz de botella o tonina (*Tursiops truncatus*). Esa zona es utilizada para tránsito y alimentación ya que esta especie, la cual prefiere desenvolverse en aguas someras pero lejanas de la costa. Valencia (2008) afirma que "*Tursiops truncatus* se considera como una especie residente en el país. Las toninas tienen una amplia distribución, ocupando zonas abiertas, costas, lagunas, estuarios y en aguas alejadas de la costa hasta 2000 km por periodos cortos de tiempo o tiempo indefinido, aunque las áreas preferidas de las toninas son las lagunas costeras de ambos litorales, que les proporcionan protección, alimento y les permiten el establecimiento y permanencia."

Los mamíferos marinos y en especial los cetáceos han adaptado sus capacidades de comunicación, socialización y alimentación a un medio en el cuál el sonido viaja a unos

1,500 m/s, 5 veces más rápido que en el aire (334 m/s). Además, aunque los mamíferos marinos tienen una buena vista, la luz desaparece en el océano a partir de los 100 metros de profundidad. Algunos de estos animales alcanzan profundidades de hasta 8000 metros, por lo que es evidente la importancia del sonido y del uso de este para su supervivencia. En los mamíferos marinos el hincado mecánico puede provocar trauma físico, pérdida de oído, cambios en el comportamiento y efectos derivados del comportamiento.

El sonido viaja más lejos bajo el agua que en el aire, por lo que en el medio marino los animales reciben el sonido de fuentes de ruido más lejanas que en tierra. Los cetáceos utilizan estas dos características (velocidad y distancia) del sonido en el agua para diferentes usos y han desarrollado sistemas tan complejos de orientación, como el de la ecolocalización. Este sistema utiliza sonidos de altas frecuencias, denominados clicks, que son producidos en los "labios fónicos" del espiráculo de algunos cetáceos (odontocetos), atravesando direccionalmente un órgano denominado melón, que permiten a través de la recepción del eco-identificar objetos, orientarse y alimentarse.

Desde el punto de vista del sonido, las toninas están incluidas en el grupo de los cetáceos de Frecuencias Intermedias (MF), que incluye a la mayoría de las especies delfinidos (por ejemplo, el delfín común, ballena asesina, ballena piloto), ballenas picudas, y los cachalotes (pero no los cachalotes pigmeos y enanos del género *Kogia*, que son tratados como especies de Altas Frecuencias). La sensibilidad auditiva se ha medido directamente en algunas de estas especies usando el potencial psicofísico (conductual) o medidas de evocación auditiva (AEP).

Para entender los impactos del ruido sobre los delfines de la Bahía de Ohuira se utilizó una modelación del ruido del hincado de los pilotes en el agua. La modelación considero un nivel de ruido de 181 dB_{SEL} del martillo Diesel con pilotes de acero de 24" Φ (Tabla V.7), en la zona cercana a la entrada de la laguna. El programa relaciona la atenuación de la presión en función de la distancia a la fuente, el sustrato, la batimetría, etc., obteniendo el SEL mediante la fórmula:

$$SEL_{SS} = 10 \log_{10} \left(\frac{\sum_i^n P_i^2(t)}{P_{ref}} \cdot \Delta t \right)$$

Dónde: P es la presión, P_{ref} es la presión de referencia, Δt es el recíproco de la frecuencia de muestreo y las unidades son dB re 1μPa²·s.

La Figura V.9 presenta el nivel de exposición sonora (SEL_{cum}) para el hincado de pilotes en la laguna y la Figura V.10 presenta la distribución del nivel de presión sonora del hincado de pilotes alrededor del muelle, ambos ponderados para el delfín nariz de botella. Como se puede observar, en este cuerpo de agua somero el nivel de sonido se reduce rápidamente.

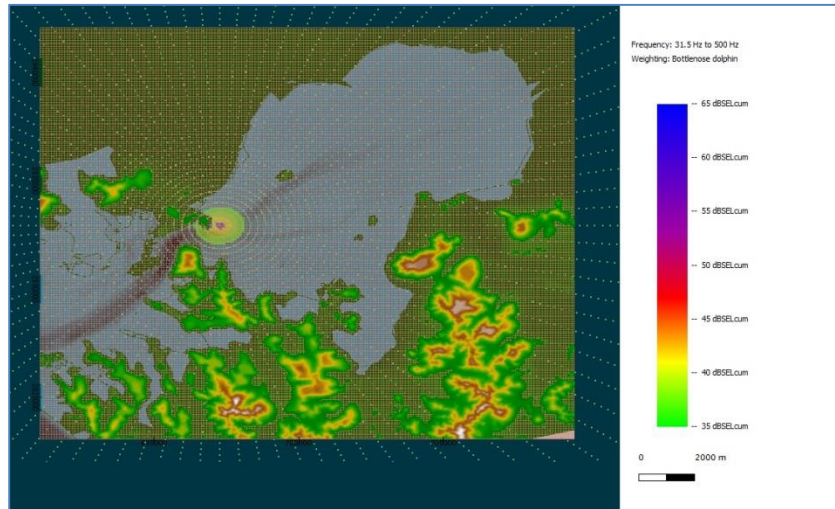


Figura V.9. Nivel de exposición sonora (SEL) para el hincado de pilotes del muelle.

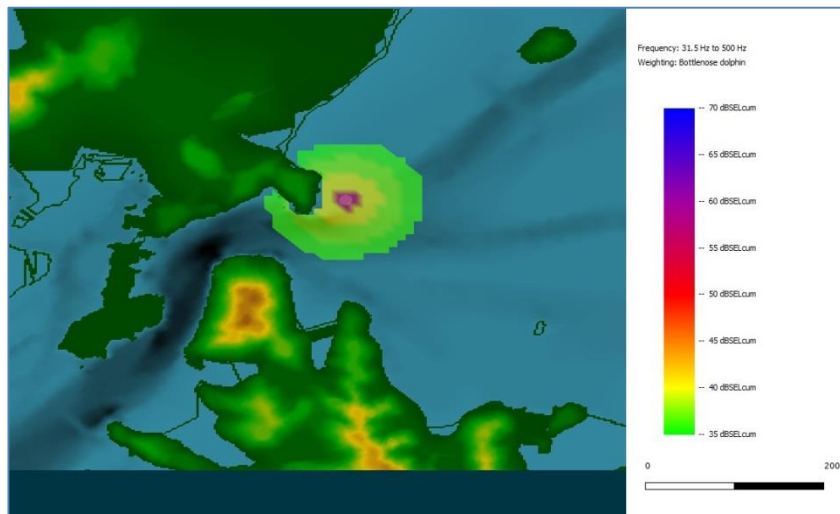


Figura V.10. Distribución del ruido del hincado de pilotes en la Bahía de Ohuira.

Estos valores son empleados para definir la zona de exclusión que se debe establecer para evitar daños en los organismos (Figura V.11). Esta zona se desplazará teniendo siempre como centro el sitio donde se está hincando el pilote correspondiente. Hay que señalar que la zona de exclusión propuesta podría ser menor o no necesaria, pero se

estableció buscando un margen de seguridad amplio, por lo que la zona de exclusión deberá revisarse cuando sea posible medir los niveles reales de ruido en el sitio del proyecto, con los equipos que serán utilizados. Por otra parte, aunque no hay ningún estudio publicado acerca del efecto del ruido en el medio acuático por las obras en el puerto de Topolobampo (donde se han realizado trabajos de dragado e hincado de pilotes), se deberán aplicar las medidas de precaución recomendadas.

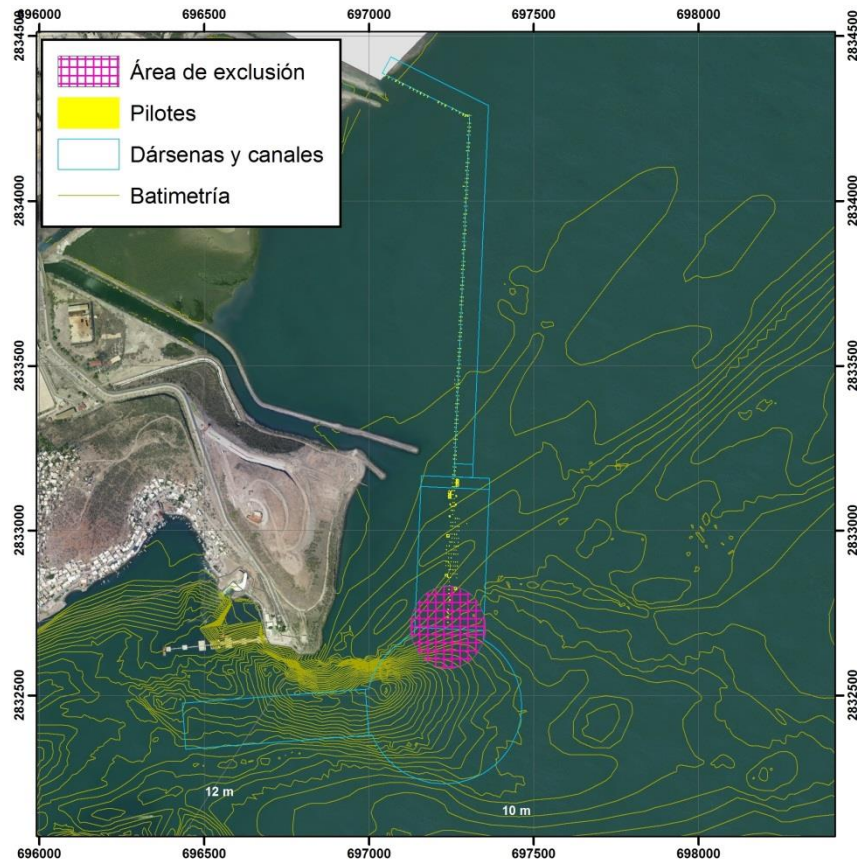


Figura V.11. Ejemplo de la zona de exclusión para el hincado de pilotes (zona final del muelle).

Como referencia y de acuerdo con la información proporcionada por el superintendente de obra en la ampliación del muelle de la API-Topolobampo en el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2013 y de enero a marzo del 2014, incluyendo el hincado de aproximadamente 600 pilotes de tubo de 24" por ½" de espesor con un promedio de 33 m de longitud, aunque no se usó una zona de exclusión no se observó que los delfines o tortugas marinas se acercaran a la zona de trabajo y no hubo reportes de organismos dañados o muertos en la bahía, habiéndose cumplido los lineamientos establecidos en la manifestación de impacto ambiental. De acuerdo con dichos lineamientos se tuvo también

vigilancia durante la colocación de rocas de entre 50 y 100 kg empleadas para la protección del talud perimetral a fin de evitar que algún organismo fuera golpeado (Alejo, 2017, com. per.). De ahí se desprende que con una vigilancia efectiva en relación a la presencia de cetáceos es posible prevenir los daños a este tipo de organismos.

V.3.6.3. Afectaciones a otras especies por el ruido. Además de los delfines hay otros organismos que pueden ser afectados por el ruido. De acuerdo con estudios realizados para GPO, en 7 monitoreos de tortugas marinas en la Bahía de Ohuira se ha logrado la captura de 11 tortugas prietas (*Chelonia mydas agassizii*).

Aunque la mayoría de estudios de impacto de la contaminación acústica en el medio marino se centran en los cetáceos por el elevado uso que éstos hacen de las emisiones sonoras, se ha demostrado que el ruido también afecta a las tortugas marinas, aunque de un modo distinto debido a las características anatómicas y fisiológicas de estos animales. McCauly et al. (2002) estudiaron la respuesta de tortugas prietas (*Chelonia mydas*) y bobas (*Caretta caretta*) en cautividad a pulsos sísmicos experimentales. Los resultados revelaron cambios significativos en el comportamiento de natación de las tortugas y crecientes movimientos de evitación desde niveles de 166 a 175 dB re 1 μ Pa rms.

En la laguna también hay peces de especies con valor comercial que sustentan las pesquerías locales. En el caso de los peces, para las especies no vulnerables, que no están en listas de conservación o protegidas, los efectos no letales o que no lesionen a los organismos no se considerarán significativos. Esto incluye efectos que detonan respuestas de comportamiento como evitación o escape. Se esperaría que los organismos móviles, como los peces, se alejen de las fuentes de ruido a zonas donde los niveles de energía estén por debajo de un nivel necesario para aturdir o matar a los peces. Asimismo, se espera que los invertebrados altamente móviles se alejen.

Los peces con vejiga natatoria son más susceptibles a la presión sonora de percusión que los peces sin vejiga natatoria o los invertebrados. Como tal, estos pescados se consideran en la evaluación de lesiones potenciales a la vida marina. Dentro del área del proyecto no hay especies de peces protegidas y no hay cardúmenes de un tamaño y tal que puedan sufrir mortalidades elevadas.

De acuerdo con esto, la preocupación en relación al hincado de los pilotes se refiere a las tortugas marinas. Para estas, se aplicarán los mismos procedimientos que los empleados para la protección de los delfines.

V.3.6.4. Alteración de las aves marinas por el ruido de las operaciones de carga. De acuerdo con lo descrito en el Capítulo IV, hay diversas especies de aves en la zona del proyecto. En general, el ruido asociado con el manejo de la carga en las terminales portuarias tiene el potencial afectar a los animales y aves que habitan en áreas marinas con importancia para la conservación, como lo es el sitio Ramsar 2025. Sin embargo, es poco probable que el ruido de las operaciones tenga algún impacto en las características por las cuales se ha designado dicho sitio, ya que su efecto no se percibe en áreas como las islas, incluyendo a Isla Patos. La información disponible sobre los efectos del ruido en las aves acuáticas es limitada, y es particularmente escasa en lo que respecta a las operaciones portuarias. Gran parte de la investigación sobre los efectos del ruido sobre las aves acuáticas se centra en los impactos del ruido en la etapa de construcción de obras en la zona costera.

Las evidencias sugieren que la fauna silvestre en general, incluidas las aves, se ajustan a los niveles de ruido, incluso los ruidos repentinos, como lo indica la existencia de áreas de conservación cerca de las terminales de contenedores que operan las 24 horas y que han estado allí durante años. La tolerancia del ruido se puede inferir a partir de la tolerancia que desarrollan las aves a los ruidos fuertes que se emplean en zonas de cultivo para tratar de ahuyentarlas. La habituación a las alteraciones provocadas por el ruido, la luz y el tráfico es considerable, pues muchas especies de aves son adaptables y pueden habituarse a disturbio que ocurren de forma regular, desarrollando la tolerancia a tales disturbios en un período de tiempo relativamente corto.

Sin embargo, la capacidad de las especies de aves acuáticas de habituarse a ciertas formas de disturbio y su capacidad de compensar el tiempo de alimentación perdido debido a la perturbación no está completamente entendida (BTO, 1990). Es muy poco probable que el ruido generado por las operaciones de carga en la terminal portuaria afecte a la zona marina y hay reportes de que, por ejemplo, las aves continúan utilizando

los terrenos de alimentación cerca de puertos importantes (incluyendo el de Topolobampo). Sin embargo, no es posible asegurar si más aves usarían un determinado sitio si el ruido no ocurriese.

V.3.6.5. Alteración de las comunidades zooplanctónicas. En el caso de las especies de zooplancton, su composición y abundancia pueden cambiar a causa de las alteraciones en la columna de agua por los dragados, aunque en general estos cambios son poco significativos e incluso puede haber un incremento en algunos grupos. En este caso cabe recordar que los análisis de sedimentos del sitio no detectaron niveles de sustancias tóxicas que puedan representar un riesgo al sistema acuático por la resuspensión de sedimentos, por lo que no se espera una reducción de la calidad del agua.

En relación con los impactos de los dragados, Zhang et al. (2010) evaluaron los efectos del dragado por succión sobre la calidad del agua y la estructura de la comunidad de zooplancton en el Lago Yuehu, en China, un lago eutrófico poco profundo. Los resultados mostraron una reducción en la columna de agua de los niveles de fósforo, materia orgánica, sólidos suspendidos totales, α -clorofila y transparencia de Secchi, mientras que la profundidad del agua, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales y la concentración de $\text{NO}_3\text{-N}$ aumentaron marcadamente después del dragado. Los efectos del dragado sobre el oxígeno disuelto, el valor del pH y la temperatura fueron casi insignificantes. La estructura de la comunidad zooplanctónica respondió rápidamente a los cambios ambientales causados principalmente por el dragado. Como resultado, la abundancia de rotíferos disminuyó, mientras que la densidad de crustáceos zooplanctónicos aumentó marcadamente. Por lo tanto, con la reducción de la carga interna de nutrientes y un cambio en el dominio por especies menos eutróficas, se infirió que el dragado podría ser una de las medidas efectivas para las mejoras ambientales en los cuerpos de agua.

V.3.7. Ecosistemas del SAR.

V.3.7.1. Introducción accidental de especies exóticas por el agua de lastrado de buques tanques. La actividad portuaria que se realizará en la terminal es la carga de amoniaco para exportación (quizás exportando también urea en el futuro). Esto implica que los barcos que arriben para cargar deberán desalojar el agua empleada como lastre durante su viaje hacia la terminal portuaria. Dicha agua se toma del mar en el puerto de origen con el fin de aumentar el peso de la embarcación para mejorar su estabilidad.

Cuando un barco llena sus tanques con agua en zonas costeras de otras regiones, puede haber algunos organismos que son capturados en esa masa de agua y que, en caso de sobrevivir el viaje, pueden colonizar un nuevo hábitat en un lugar muy lejos de su punto de origen.

Cabe recordar que en la actualidad los barcos que transportan amoniaco a Topolobampo arriban cargados a la terminal de PEMEX y parten sin carga. Con la operación de la planta de amoniaco de GPO y el uso de la terminal portuaria para exportar parte de la producción, el transporte cambiará de dirección.

Algunas especies animales o vegetales, al ser introducidas en una zona de la que no son originarias, pueden suplantar a las especies nativas, por lo que se les considera como especies invasivas. Mientras mayor sea su éxito en este nuevo hábitat, mayor es su potencial para afectar a los ecosistemas locales. Estos impactos no ocurren si los barcos recambian el agua de lastre en las zonas oceánicas lejos de las costas, donde la presencia de organismos es muy baja. El impacto puede ser negativo, regional y permanente. No hay datos para valorar que tan significativos han sido en nuestro país estos impactos, pero la estrategia adecuada es prevenirlos.

V.3.7.2. Incremento de hábitats para especies marinas en los pilotes. La colocación de los pilotes para la pasarela y el muelle creará en el sitio un nuevo sustrato que podrá ser poblado por organismos marinos. Las estructuras de cimentación de los muelles actúan como arrecifes artificiales, albergando un gran número de organismos de aguas poco profundas. Aunque no están diseñados intencionalmente para atraer la vida marina,

estas estructuras parcialmente subacuáticas a menudo sirven como hábitat para organismos comunes y poco frecuentes en lugares que de otra manera podrían sustentar una fauna escasa. A pesar de que la diversidad de la vida bajo los muelles puede parecer relativamente menor en comparación con, por ejemplo, los arrecifes, la gran variedad de animales, plantas y microorganismos atraídos a estas formaciones artificiales pueden ser vastos y la red alimenticia asociada sumamente compleja.

Generalmente se ha considerado que los ambientes submarinos en los puertos están diseñados únicamente para actividades portuarias. Sin embargo, mediante medidas sencillas y rentables, se puede crear un hábitat adecuado para la flora y la fauna subacuáticas. Se espera que esto tenga efectos positivos sobre los niveles tróficos más altos, como los peces, y mejorar la calidad del agua, mediante la ampliación de la biomasa del alimentador de filtro. En el puerto de Rotterdam, con el fin de promover el asentamiento de mejillones y, en consecuencia, contribuir a la calidad del agua en el puerto se desarrollaron los llamados "pontanhulas". Este es un experimento piloto tiene como objetivo crear un entorno subacuático menos liso a través de sustratos artificiales flotantes. Esto ampliaría el sustrato adecuado para el asentamiento, aumentaría la biomasa de los alimentadores de filtro (por ejemplo, mejillones) y mejoraría la diversidad de hábitat en el área portuaria.

Asimismo, en algunos casos la construcción de las estructuras de muelles y atracaderos es considerada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos o USACE (encargado de la emisión de permisos de construcción y dragado) como una medida compensatoria a las propias obras. El USACE se esfuerza por lograr una meta de ninguna pérdida neta de funciones y servicios de recursos acuáticos. El propósito de la mitigación compensatoria es desarrollar recursos acuáticos autosostenidos a largo plazo que compensen los efectos adversos y no dependan de la intervención humana después del período de establecimiento. Los métodos de mitigación compensatoria incluyen el establecimiento o manipulación de las características físicas, químicas o biológicas presentes para desarrollar un recurso acuático que no existía previamente. El establecimiento da lugar a una ganancia neta en el área de recursos acuáticos y funciones.

Los embarcaderos y los muelles son habitualmente olvidados porque se percibe que carecen de valor estético tradicional. Como resultado, en ocasiones no se aprecia plenamente la importancia ecológica de estos hábitats.

V.3.7.3. Alteración del hábitat acuático por contaminación lumínica. La introducción de fuentes de luz artificial en las cercanías de un cuerpo de agua puede tener efectos no deseados en la fauna silvestre de una región determinada. En este caso se considera que tales impactos pueden ocurrir en donde se construirá la pasarela el muelle ya que habrá iluminación artificial, aunque este no se encontrará a una altura tal que pueda afectar aves en migración. También se debe considerar que la terminal operará principalmente en los meses de mayo a agosto, cuando las migraciones son menores.

En algunas lagunas costeras el empleo de luces a nivel del agua es una técnica empleada para la pesca, especialmente de crustáceos, lo cual indica que la luz artificial influye en el comportamiento de la fauna. Sin embargo, en el muelle y la pasarela se evitará el uso de luz directa hacia la superficie de la laguna, a fin de evitar que los organismos que presentan fototaxia positiva sean atraídos a zonas en las que queden expuestos a la depredación al abandonar sus hábitos naturales y sus zonas de refugio.

La iluminación de la terminal portuaria puede hacer que las estructuras se reflejen en el agua, pero este tipo de reflejo no tiene la intensidad suficiente para penetrar el agua de la laguna, por lo que no afectará a los organismos. Es importante señalar que, exceptuando la señalización de seguridad, la iluminación sólo se empleará cuando haya barcos atracados.

V.3.8. Paisaje.

V.3.8.1. Transformación de la calidad visual del paisaje. La presencia permanente de instalaciones de la terminal portuaria y la presencia temporal de los barcos pueden provocar cambios visuales en el paisaje. Cuando sea posible, los impactos visuales deben evitarse durante el proceso de planificación de la zona portuaria o manejarse durante las operaciones mediante la instalación de barreras visuales naturales, como vegetación o sombras suaves, según sea el caso. El emplazamiento y color de las instalaciones deben elegirse en lo posible teniendo en cuenta su impacto visual.

El impacto sobre el paisaje contiene elementos subjetivos, por lo cual es difícil de calificar el efecto que tendrán las nuevas estructuras de la terminal portuaria. Sin embargo, la tendencia en las áreas vecinas al sitio del proyecto ha sido el desarrollo industrial, con las instalaciones de PEMEX, GPO, CFE y la API, por lo que el paisaje ya incluye elementos artificiales relacionados con esas industrias. El impacto en el paisaje sería visible desde:

- El camino al Muelle.
- El restaurante Stanley's Bar, en el cerro del extremo este de Topolobampo.
- Las aguas de la Bahía de Ohuira circundantes.

Las estructuras de la terminal portuaria de bajo perfil sólo serán apreciadas desde zonas cercanas, mientras que otras son más altas, como las grúas de carga, que podrán ser vistas a mayor distancia. En este sentido, la cuenca visual estaría limitada a una zona pequeña y poco poblada, sin que las instalaciones propuestas sean visibles desde la zona urbana de Topolobampo.

En cuanto a la reducción del valor estético del cuerpo de agua por cambio en el color del agua por la resuspensión de sedimentos durante la realización de los dragados, este impacto no se considera significativo debido a las áreas de trabajo estarán confinadas con las barreras antiturbidez, además que en la zona donde se construirá la terminal portuaria la turbidez natural tiende a ser alta y ahí no se practican actividades recreativas o turísticas y no hay poblaciones en la cuenca visual.

V.3.8.2. Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.

Las instalaciones portuarias requieren de iluminación cuando se realizan maniobras de carga durante la noche. En el sitio propuesto para la terminal portuaria actualmente existen fuentes de luz nocturna tanto en PEMEX, en la planta de amoniaco y en la CFE (Figura V.12). En la zona marina, donde estarán la pasarela y el muelle no hay fuentes de luz. Sin embargo, no se ha reportado que estas luces representen un problema para las áreas naturales cercanas. No obstante, siempre deberá tenerse cuidado de no aumentar la contaminación lumínica del sitio a un grado tal que comience a alterar el medio natural.

La contaminación lumínica se puede definir como aquella que ocurre cuando se permite que las luces artificiales abarquen áreas que no pretendía iluminar. La colocación de luces en sitios erróneos y en horas inadecuadas puede tener efectos negativos, tanto en las personas como en la fauna silvestre. Una iluminación excesiva también puede provocar cambios en los patrones de vuelo y de colonización/cría de los invertebrados.

El Sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira forma parte de importantes rutas migratorias para aves de Norteamérica. El sitio además se ubica a una distancia relativamente corta de dos AICAs (122 y 227) que pueden ser importantes para especies migratorias. Las luces brillantes a lo largo de estas rutas pueden provocar que las aves en migración nocturna se desorienten y se desvíen de su ruta natural e incluso que algunas sigan esa luz hasta su origen y se estrellen contra las estructuras.

Otro impacto adverso que ocurre cuando las fuentes de luz muy intensas se sitúan cerca de áreas de anidación es que las aves se mantienen despiertas, a causa del resplandor artificial que emula el resplandor que antecede el amanecer. Los juveniles de algunas especies de aves marinas pueden confundirse por estos resplandores en sus primeros vuelos, estrellándose en las estructuras iluminadas o sin poder regresar después a áreas seguras.



Figura V.12. Paisaje nocturno con las luces de CFE (al centro) y PEMEX.

Aunque inicialmente la terminal portuaria operará sólo en los meses de mayo a agosto, sin acciones preventivas podrá ocurrir alguna de las tres formas de contaminación lumínica que podrían afectar a la población aviar de la Isla Patos:

- **Deslumbramiento:** Este es uno de los tipos de contaminación por luz que puede generar las mayores molestias, afectar la visibilidad y ocurre en instalaciones con sistema de iluminación con fallas de diseño. Su impacto depende de la cantidad y la dirección de las fuentes de resplandor, las condiciones fisiológicas de los sujetos afectados, las condiciones del sitio expuesto y los niveles de luz ambiental en los alrededores.
- **Intrusión.** Este tipo de contaminación tiene lugar cuando la fuente de iluminación emite luz en direcciones que exceden el área que se pretende iluminar. En general, se debe al uso de luminarias excesivamente altas, que no sólo iluminan el área necesaria, sino que emiten luz que incide en los edificios y regiones cercanas.

- **Resplandor.** Esta contaminación se refiere al brillo anaranjado o rosáceo que se puede ver desde muchos kilómetros alrededor de pueblo, ciudades o grandes plantas industriales. Este fenómeno se debe a la interacción entre las moléculas del aire, las moléculas de los agentes contaminantes y el polvo en suspensión con la luz, produciéndose lo que se conoce como difusión. Su resultado es que un haz luminoso que inicialmente tenía una dirección concreta, acaba siendo dispersado por estos agentes en múltiples direcciones, especialmente hacia el cielo. Cuanto menos orientado y concentrado esté el haz de una fuente de luz (es decir, cuanta más luz desperdicie en horizontal o en vertical), más luz será difundida hacia el cielo.

V.3.8.3. Degradación del entorno visual. Uno de los impactos posible durante la etapa de operación es la pérdida de la calidad paisajística por las estructuras portuarias y la presencia de la maquinaria y los barcos de carga. Sin embargo, este impacto es atenuado por el hecho de que actualmente no existe un paisaje de características estéticas únicas en esta porción de la laguna y no hay áreas habitacionales en las inmediaciones que queden expuestas al nuevo paisaje. En relación con quienes trabajan en el puerto y quienes llegan a bordo de los barcos, el paisaje no interferirá con sus actividades.

V.3.9. Seguridad e Higiene de la comunidad.

Los problemas de higiene y seguridad en la comunidad durante la construcción de puertos son los mismos que padecen la mayor parte de las grandes instalaciones industriales y de Infraestructura. Entre los posibles impactos están el polvo, el ruido y las vibraciones procedentes del tránsito de vehículos para la construcción y las enfermedades transmisibles asociadas con la entrada de trabajadores temporales de construcción.

V.3.9.1. Tráfico en vialidades principales con aumento en la posibilidad de incidentes viales por el aumento de vehículos en circulación durante la construcción. El mayor tráfico vehicular será producto de los vehículos que transporten el material de construcción para la construcción del muelle. El mayor impacto ocurrirá en el cruce de la carretera Los Mochis-Topolobampo, donde deberán colocarse las señales necesarias de precaución y personal para el control del tráfico. Además, los conductores deberán ser capacitados y supervisados para la prevención de accidentes.

Dado que en la zona en la que se ubica el proyecto hay actividades que involucran volúmenes de tráfico vehicular de carga por el puerto de Topolobampo, se prevén impactos adversos por incremento de la carga vehicular en esta vía de acceso, aunque este será temporal.

V.3.9.2. Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad laboral. Los peligros relacionados con la higiene y la salud laboral en la terminal han sido identificados en base a los análisis de seguridad laboral y evaluaciones de peligros y riesgos a través del análisis de riesgo laboral, correspondiente a la terminal portuaria. Con esto se logrará que los riesgos puedan administrarse para proporcionar condiciones seguras a los trabajadores.

V.3.9.3. Aumento en la posibilidad de incidentes que involucren a la población de la zona. Además de los riesgos a la población por la presencia y la operación de la terminal que han sido analizados en el estudio de riesgo y considerados como aceptables, existen

algunas interacciones que podrían afectar la seguridad pública en el sitio del proyecto. Las principales son:

- Accesos sin autorización a la zona de trabajo durante la construcción.
- Embarcaciones no autorizadas en las áreas de trabajo de las dragas.
- Embarcaciones no autorizadas en las áreas de siembra de pilotes.
- Acceso de personal no autorizado a las instalaciones de la terminal.

En el primer caso, la porción terrestre de la terminal será construida dentro de un predio lejos de áreas con acceso al público. Esto limita el acceso por error de personal no autorizado ya que es necesario atravesar una gran distancia antes de llegar al sitio de la obra. Los terrenos tendrán vigilancia y letreros para evitar que esto ocurra. Con la restricción de acceso al público se evitará que este quede expuesto a los riesgos provocados por la maquinaria pesada en operación. En el caso de las actividades de embarcaciones en la laguna, se buscará establecer de común acuerdo con otros usuarios de la laguna los mecanismos que garanticen la seguridad sin afectar otras actividades de la zona como son la pesca y el tránsito de embarcaciones menores.

Estas medidas de seguridad formaran parte de las prácticas a las que deberá sujetarse la empresa constructora e incluyen las siguientes acciones:

- Cercar las áreas en las que haya trabajos en proceso.
- Colocar todas las señales preventivas necesarias, incluyendo las dirigidas a los trabajadores.
- Proveer vigilancia las 24 horas.
- Al concluir los trabajos en un área, eliminar cualquier objeto o condición que pueda representar un riesgo posteriormente.

Tomando en cuenta estas medidas, se considera que este es un impacto zonal no significativo.

V.3.9.4. Sitios de disposición de residuos. Las operaciones de mantenimiento de embarcaciones y maquinaria crearán la necesidad de contar con áreas para el almacenamiento temporal de esos residuos. Un manejo inadecuado tendría impactos

adversos sobre el entorno portuario y, a mediano y largo plazo, la acumulación de sustancias nocivas que podrían introducirse en las cadenas alimenticias del ecosistema marino. Además de mortalidad por intoxicación de la fauna, puede haber alteraciones fisiológicas o genéticas en los organismos expuestos. Sin las medidas de control adecuadas, estos impactos adversos se volverían permanentes y regionales.

V.3.9.5. Molestias a la población. Debido a que no existen urbanizaciones aledañas a la terminal portuaria, durante la preparación del sitio, la construcción y la operación, la contaminación atmosférica por el uso de maquinaria y equipo no ocasionará molestias a la población, de manera que su efecto no es significativo.

La generación de ruido se considera como un impacto no significativo porque no existen asentamientos humanos en la periferia y el ruido emitido puede ser imperceptible a una distancia de 600 metros (el sonido disminuye de manera logarítmica en relación con la distancia), el impacto se considera despreciable.

La contaminación atmosférica y el incremento del tráfico vehicular ocasionado por el traslado de materiales y residuos, así como la movilización de personal afectarán temporalmente a los pobladores ubicados en las rutas utilizadas, sólo temporalmente de manera indirecta y local, pero aunque es un impacto adverso es reversible por lo que también se considera no significativo.

V.3.10. Seguridad portuaria.

V.3.10.1. Navegación de embarcaciones menores. En la etapa de operación de la terminal se espera recibir embarcaciones cada 15 días aproximadamente, entre mayo y agosto. Al mismo tiempo, se espera una reducción en el número de barcos que actualmente arriban a Topolobampo con amoniaco. El puerto puede recibir este incremento de tráfico marítimo sin alterar las actividades actuales, como la pesca. Una de las especies de más interés para la pesca es el camarón. Normalmente cada temporada de pesca se define y se considera como periodo anual, aproximadamente de septiembre hasta finales de febrero o principios de marzo de año siguiente. En la actualidad, el periodo de veda se considera de los meses de abril a agosto - septiembre en la pesquería

de camarón de acuerdo a las evaluaciones y el muestreo biológico, donde se monitorea el periodo reproductivo, el crecimiento, la disponibilidad de reclutas en las diferentes zonas de pesca así, como la distribución y abundancia. De acuerdo con esto, la operación de la terminal no se hará en los meses de pesca. Este se considera un impacto benéfico no significativo.

V.3.10.2. Interacciones de los usos de la zona marina. Uno de los impactos que podría tener el puerto propuesto se relaciona con el desarrollo de nuevas actividades en el litoral de la Bahía de Ohuira. Dado que ya existen otras actividades en la zona es necesario analizar si puede haber conflictos entre los usos posibles. La Tabla V.8 presenta las actividades que se asocian al funcionamiento de un puerto industrial y su interacción con otros usos de la zona costera.

Tabla V.8. Interacciones entre los usos posibles de la Bahía de Ohuira con las actividades a desarrollar en la terminal portuaria (B).

A B	Navegación y comunicaciones				Recursos minerales						Recursos biológicos		Defensa nacional	Investigación	Descargas de aguas residuales y contaminación				Recreación			Conservación									
	Tráfico marítimo	División de rutas	Señalamientos marinos	Puertos	Terminales flotantes	Cables submarinos	Arena y grava	Prospección de recursos	Plantas en tierra	Plataformas marinas	Petroquímicas costeras	Oleoductos	Minería submarina	Pesquerías demersales	Pesquerías pelágicas	Acuicultura	Áreas de maniobras	Arqueología subacuática	Investigación científica	Descargas de ríos	Descargas industriales	Descargas urbanas	Hydrocarburos	Pesca deportiva	Regatas	Tráfico de veleros y yates	Cruceros marítimos	Deportes acuáticos	Áreas protegidas	Áreas de valor ecológico	
Tráfico mercante		○	○	✓									▲	▲		▲		○											▲	■	
Puertos								●								▲		●		▲	▲	▲				○					
Separación de rutas	●								●				▲	▲															●	●	
Boyas, faros, etcétera.	●	●		●					●				●	●		●		●								●			●	●	
Cargas industriales							●						■	■	■														■	■	
1. Los cuadros sombreados señalan las actividades que se realizan frente al sitio del proyecto. 2. Los cuadros en blanco denotan actividades que no se desarrollan en la zona de estudio. 3. Las interacciones se denotan por los siguientes símbolos:																															
▲ Conflicto entre los usos. ■ Riesgo para el uso A ✓ Mutuamente beneficioso ○ Benéfico para el uso B																✖ Mutuamente peligrosos □ Riesgo para el uso B ● Benéfico para el uso A															

Frente al sitio del proyecto actualmente se realizan otras actividades, como pesca y actividades turísticas incipientes. El tráfico marítimo en la zona es principalmente de tipo comercial, con pocas embarcaciones de recreo. Las actividades relacionadas con el manejo de amoniaco ya se llevan a cabo en la región, pero la nueva terminal ofrecerá instalaciones que permitan que su manejo se realice con más seguridad y más lejos de la población de Topolobampo. La señalización de áreas para diferentes actividades y el establecimiento de rutas de navegación tendrán un importante efecto benéfico en la actividad de la región. No se esperan interacciones adversas entre la terminal portuaria y la zona terrestre adyacente.

V.3.11. Entorno Socioeconómico.

V.3.11.1. Tráfico marítimo con aprovechamiento del potencial portuario de la Bahía de Ohuira. Los operadores de la terminal portuaria serán los responsables de aplicar las medidas necesarias para el funcionamiento seguro de los buques, incluyendo en este caso la seguridad del acceso y las maniobras de los buques que transportarán las sustancias químicas (amoníaco y urea) en la zona portuaria. Por consiguiente, los operadores portuarios deben implementar un Sistema de Manejo de la Seguridad (SMS) que sea capaz de identificar y corregir de un modo eficaz las situaciones inseguras.

Este sistema de seguridad incluirá procedimientos para regular el desplazamiento seguro de los buques dentro del puerto (incluidos los procedimientos de pilotaje), proteger al público de los peligros que se pueden derivar de las actividades marinas en el puerto y evitar sucesos que podrían provocar daños a los trabajadores, al público o al medio ambiente. El Sistema de Manejo de la Seguridad debe incluir planes integrales de preparación y respuesta ante situaciones de emergencia, que proporcionen una respuesta coordinada basada en los recursos portuarios y comunitarios indispensables para manejar la naturaleza y gravedad de la emergencia.

V.3.11.2. Aumento de la oferta de empleo en Topolobampo y Los Mochis. La construcción de la terminal portuaria traerá consigo demanda de mano de obra en la etapa de construcción, que será cubierta preferentemente por la población local de Topolobampo y Los Mochis.

Tal condición permitirá reducir el déficit de empleo y complementar los ingresos económicos de una parte de los residentes de esas zonas ocupados en el sector de la construcción, así como de los residentes de comunidades agrícolas y pesqueras que estacionalmente requieren de otras fuentes de ingreso.

Además, las empresas constructoras cuentan con su propio personal especializado para los trabajos de dragado y piloteado, quienes se traslada a los sitios de las obras según

sea requerido, lo cual amplía el alcance de los beneficios derivados de la creación de empleos.

Al incrementar la oferta de empleo en las zonas urbanas, se propicia una mejoría en las condiciones de vida de la población económicamente activa, así como el incremento en sus ingresos, por lo que se considera benéfico. La oferta de empleo sólo durará en tanto se construyen las instalaciones, por lo que el impacto es temporal. Por su carácter temporal y alcance regional, aunado a la población beneficiada, el impacto se considera no significativo y benéfico.

Una vez concluida la construcción se crearán empleos especializados para la operación de los equipos de carga y el atraque de los barcos. Estos empleos serán para personal capacitado en el manejo de equipos especiales, aunque por la cantidad de personal requerido, el impacto no será significativo.

Por otro lado, por la operación y mantenimiento de la draga para los dragados de mantenimiento, se generarán empleos permanentes que beneficiarán a familias locales, pero también se verán beneficiadas empresas y organizaciones que intervengan en los diferentes servicios que se requerirán.

Por lo anterior se considera que el impacto, además de ser benéfico, es extensivo y permanente, aunque tampoco es significativo.

V.4.11.3. Redes de servicio. La adquisición de materiales, de construcción para la terminal será parte del incremento en la actividad económica de la zona y será extensivo a otros lugares en consideración de la especialización y la tecnología que se requerirá para la construcción y el dragado. El efecto del impacto benéfico, ha sido calificado como benéfico y directo. Se presentará de manera temporal y regional, pero se considera no significativo.

V.3.11.4. Aumento en la demanda de servicios e infraestructura urbana. Durante la preparación del sitio, la construcción y el dragado, se prevé un incremento en la demanda

de insumos y servicios, así como de utilización de infraestructura vial local. El agua potable, la energía eléctrica y carreteras, serán lo más requerido, conjuntamente con el servicio de recolección de residuos, aunque parte de demanda será cubierta por las propias instalaciones de GPO.

El aumento en la generación residuos sólidos constituirá un incremento en la demanda de servicios que el municipio deberá cubrir. Por lo que este impacto generado será adverso y directo, permanente e irreversible, pero local. Dado que el proyecto está ubicado en una zona industrial, se cuenta con infraestructura para poder solventar esta demanda, por lo que se considera no significativo.

El agua potable para consumo de los trabajadores será adquirida en garrafones en la ciudad de Topolobampo. El impacto en este caso es no significativo porque, aunque la probabilidad de ocurrencia es alta y el impacto adverso y directo, éste será temporal y local.

El aumento en la demanda de servicios, concretamente el agua potable para la ejecución de los trabajos, es un impacto adverso, pero no afectará permanentemente el abasto de este líquido a nivel local. Esto ocurrirá de forma irreversible pero no es significativo, si consideramos que será suministrada por el municipio, aprovechando la red de suministro de servicios que existe en la zona.

V.3.11.5. Desarrollo del potencial económico de Topolobampo. Al construir la terminal se consolidará el uso para actividades portuarias en la entrada de la Bahía de Ohuira, pero en una forma que maximiza los beneficios derivados de la ocupación de esa área sin afectar áreas naturales.

Al mismo tiempo el proyecto permitirá que se desarrollen procesos de planeación en los que una inversión de esta magnitud sea un hecho garantizado y permita reducir la presión sobre otras áreas. Para el proceso de planeación también será importante considerar que se establecen bases para restaurar y ampliar las zonas de conservación de la región.

V.4. Resumen de los Impactos Ambientales por Etapa.

En el presente estudio, en muchos casos la razón por la que se ha considerado que los impactos adversos son de baja magnitud se relaciona con las características de la tecnología a emplear y con las medidas para prevenir impactos que están incorporados en el diseño de la terminal. A continuación se describen los impactos ambientales que se presentan en cada etapa del desarrollo del proyecto.

V.4.1. Selección del sitio.

En este caso la etapa de selección del sitio del proyecto se relaciona con la selección de la ubicación óptima de la terminal portuaria e incluyó diversos estudios no invasivos, los cuales arrojaron que desde el punto de vista técnico y económico el sitio seleccionado para la terminal portuaria es prácticamente el único viable en la porción norte del litoral de Sinaloa y que el diseño de las estructuras es el mejor para reducir los volúmenes de dragado.

Por otra parte, desde el punto de vista ambiental la construcción de la terminal no afectará áreas en tierra, por lo que no se modificará la vegetación terrestre ni de los procesos hidráulicos y ecológicos de la región. Por esta razón y dado que la construcción de la terminal portuaria no implica la ocupación de otras áreas en tierra, no se considera que haya un impacto acumulativo en cuanto a usos de suelo. Por otra parte, se determinó que:

- El dragado es necesario dada la necesidad de nuevos componentes infraestructurales y para dar acceso a la navegación portuaria;
- Los procedimientos de dragado, incluyendo la colocación de barreras antiturbidez, se han seleccionado con vistas a reducir al mínimo la suspensión de sedimentos, minimizar la destrucción del hábitat bentónico y mejorar la precisión de la operación.
- Se respetarán las zonas sensibles para la vida marina, tales como las zonas de alimentación, cría, parición y desove. Las operaciones de dragado se llevarán a cabo de forma que se eviten afectar las temporadas, rutas o zonas de migración del camarón.

V.4.2. Preparación del sitio.

Generalmente es en esta etapa (que incluye el arribo al sitio de la maquinaria y el personal de construcción) cuando suelen ocurrir los mayores impactos adversos sobre la superficie física del proyecto. Sin embargo, dadas las características del sitio y el hecho de que los equipos de construcción de la pasarela, el muelle y los canales se colocarán en chalanes dentro de la laguna, no habrá impactos a ningún tipo de vegetación ni pérdida de suelos.

Por otra parte, en esta etapa también ocurre la delimitación de las zonas de restauración de humedales, lo cual forma parte de las medidas de compensación a ejecutar y que permitirá incrementar los beneficios de los rasgos naturales más importantes de la región.

V.4.3. Construcción.

Durante la construcción se presentarán pocos impactos ambientales adicionales y ninguno de ellos se considera significativo. En el medio marino los impactos serán principalmente las emisiones de ruido a la atmósfera y en el agua, así como el aumento de la turbidez por las actividades de dragado, para lo cual se aplicarán medidas de control.

En el medio terrestre (en parte del área donde ya se construye la planta de amoniaco de GPO) los impactos son aquellos que normalmente se asocian a las actividades de la construcción, como son la presencia del personal de construcción (con generación de residuos sólidos y aguas residuales de origen sanitario), emisiones a la atmósfera y ruido generado por los equipos de construcción. Estos impactos serán controlados mediante la aplicación de los planes de manejo de residuos correspondientes.

V.4.4. Operación y Mantenimiento.

En la etapa de operación los impactos que se presentarán están asociados principalmente a las actividades de mantenimiento. Además, habrá emisiones a la atmósfera desde las embarcaciones y generación de ruido, aunque estas respetarán los niveles establecidos en la normatividad y no representarán un peligro para el medio ambiente.

La generación de residuos peligrosos, incluyendo grasas y aceites es un impacto ambiental adverso no significativo, que se asocia a la operación de equipos de carga como grúas y garzas. Para esto podrán aplicarse medidas de mitigación incorporadas al programa de manejo de residuos, además de que se contratará una empresa autorizada que se encargue de la disposición final.

Un aspecto muy importante es que las medidas de seguridad y control integradas en el proceso de operación desde la etapa de diseño, contribuyen en gran manera a reducir los impactos adversos del proyecto.

En relación con los impactos negativos que se espera a raíz del proyecto, los más importantes son la alteración del fondo de la laguna por los dragados de mantenimiento y la alteración de las zonas que se utilicen para el vertimiento del material que se extraiga, aunque esta última actividad contará con su propia autorización y condicionantes.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1. Clasificación de las Medidas de Mitigación.

Como ya se mencionó, los impactos más importantes ocurrirán durante la etapa de construcción sobre los hábitats marinos existentes en la zona y la calidad del agua, particularmente por las actividades que alteran los sedimentos y generan ruido. En este caso, el impacto global está atenuado por la inclusión de medidas de control tales como barreras anti-turbidez, así como por el establecimiento de zonas de exclusión para proteger la fauna marina del ruido en el cuerpo de agua.

La administración de la terminal portuaria deberá comprometerse con la protección de su entorno natural y socioeconómico, no solo durante el tiempo que dure la construcción sino también durante su operación.

Las medidas que permitirán cumplir los objetivos del proyecto en el sentido de no contribuir al deterioro del entorno lagunar de la Bahía de Ohuira, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Prevención.** Aquellas medidas tendientes a evitar un impacto negativo son las preventivas. En el caso de las actividades cotidianas que se realizarán en la construcción obras, estas se enfocan a evitar impactos adicionales a los que ocurrirán por la cimentación de la pasarela y el muelle, así como los generados por el uso de maquinaria pesada (dragas, barcazas, martillos) y la presencia del personal en la construcción y vehículos ligeros. Aquí se incluyen las prácticas adecuadas en el manejo de los residuos sólidos y líquidos.
- **Mitigación.** Son las medidas que buscan reducir los efectos adversos de los impactos inevitables del proyecto. Este grupo de medidas son las más importantes y se han integrado al proyecto desde el diseño, con el uso de las mejores

estrategias disponibles para limitar los efectos en la vida acuática por la generación de ruido y por la alteración del sedimento del fondo de la laguna.

- **Remediación.** Son las que, una vez causado el impacto adverso, permiten eliminar sus efectos y restablecer en lo posible las condiciones previas del sitio afectado. En este caso, dado que las superficies subacuáticas que sean afectadas pueden recuperarse rápidamente de forma natural y dado que no se afectarán ecosistemas terrestres, la aplicación de medidas de remediación es limitada.
- **Rehabilitación.** En el caso de encontrar elementos ambientales dañados o impactos por causas ajenas a la construcción de la terminal portuaria, como serían la urbanización previa o la presencia de especies invasoras en un área natural, se puede considerar la realización de obras de rehabilitación. En este caso no se han identificado en el sitio las condiciones mencionadas.
- **Compensación.** Finalmente en el caso de no poder encontrar medidas que prevengan, remedien o rehabiliten, elementos propios de la obra y la operación de la terminal, causados por esta se clasifican como de compensación. En este caso se consideran medidas de compensación a fin de cumplir con la normatividad aplicable a las especies de mangle en el sitio, dado que no es posible mantener la franja de 100 m de distancia con el mangle que crece en el bordo del canal de la CFE, cerca del inicio de la pasarela ni entre el amonioducto y el mangle sobre los bordos.

VI.2.Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

A través de la revisión de los posibles impactos ambientales realizada en el capítulo anterior ha sido posible determinar que el proyecto para la construcción y operación de la terminal portuaria no provocará impactos ambientales significativos y que los impactos no significativos que ocurrirán son pocos y, en algunos casos, pueden reducirse aún más mediante la aplicación de algunas medidas sencillas.

La terminal portuaria debe considerar en los contratos que realice con los operadores y sus barcos la inclusión de cláusulas que contribuyan a la protección ambiental, tales como el cambio de agua de lastre lejos de la costa, el uso de combustibles de mejor calidad en los barcos y el uso de equipos que contaminen menos.

Es importante señalar que el proyecto ya incluye desde su diseño numerosas medidas para reducir y controlar los impactos que puede generar, con lo cual se busca mantener las condiciones ambientales en la terminal y sus alrededores, ya que esta no está asociada a impactos adversos significativos.

VI.2.1. Selección del Sitio.

En la etapa de selección del sitio del proyecto no hay impactos ambientales por mitigar, ya que como se explicó anteriormente en esta etapa sólo se realizaron los estudios para el desarrollo del diseño de la terminal portuaria y la obtención de permisos. Las únicas medidas que pudieron aplicarse fueron preventivas, al evitar la selección de un sitio inadecuado para el proyecto. Tales medidas han sido como se describe a continuación:

- Se verificó que el proyecto cumpliera con los planes de desarrollo estatales y municipales. En este caso no hay un conflicto con ninguno de estos instrumentos, aunque posteriormente la presencia de la terminal portuaria deberá tomarse en cuenta en los procesos de desarrollo de planes y programas de ordenamiento.
- Se realizó un análisis de alternativas para el desarrollo del proyecto de la terminal portuaria a fin identificar la mejor ubicación y de minimizar el volumen de dragado.
- Se verificó que en el sitio elegido no existiesen elementos naturales que requirieran de protección especial o que fuesen irremplazables. Este criterio se cumple ampliamente por la ubicación del sitio en una zona previamente alterada por el relleno para la planta de amoniaco, la construcción de bordos y taludes para el ferrocarril, PEMEX y los canales de la CFE, así como por la ausencia de vegetación y fauna residente en la zona de inundación.

- Se verificó que el proyecto cumpliera con criterios sociales y económicos que justificarán la realización de un proyecto de esta índole. A este respecto, se buscará ampliar la comunicación con la comunidad para buscar el mayor beneficio para todos los actores involucrados.

VI.2.2. Preparación del Sitio.

La Tabla VI.1 presenta las medidas de mitigación propuestas para la etapa de preparación del sitio. Durante dicha etapa no se llevarán a cabo actividades que generen impactos sobre los ecosistemas terrestres o marinos. Los impactos se relacionan sólo con la instalación del campamento provisional y el patio de colados.

Tabla VI.1. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán en la etapa de preparación del sitio.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
<i>Geología y Edafología.</i>			
Delimitación del área del proyecto.	Definir el área de trabajo y el patio de colados para excluir aquellas áreas que no son necesarias para las actividades de apoyo para la construcción de la terminal portuaria.	No trasladar los impactos de la preparación del sitio fuera del área indispensable para este fin.	Al preparar el sitio para la construcción.
	No realizar actividades fuera del área ocupada por las instalaciones de GPO a fin de respetar la zona de amortiguamiento del mangle ubicado cerca del campamento, del punto donde inicia la pasarela y del trazo del amonioducto	Cumplir con la normatividad vigente, evitar la presión sobre este sistema por el desarrollo portuario.	Al definir el trazo general del proyecto.
Campamento (Residuos sólidos).	Dar un manejo adecuado de residuos sólidos que genere el campamento provisional.	Evitar la contaminación del suelo en los terrenos aledaños con materiales de construcción.	Desde el inicio del proyecto y durante toda esta actividad.
	Emplear tambos metálicos de 200 L de capacidad para separar la basura.	Disponer de sitios para depositar la basura, que se puedan manejar fácilmente.	Durante toda esta etapa y etapa de construcción.
<i>Hidrología</i>			
Campamento (aguas residuales de origen sanitario).	Colocar letrinas portátiles y prohibir el fecalismo al aire libre.	Evitar la contaminación por heces fecales del suelo y agua. Evitar la posibilidad de transmisión de enfermedades.	Durante toda esta etapa y etapa de construcción.
Campamento (aguas grises de servicios y cocina).	Establecer un reglamento que prohíba verter desechos directamente al suelo.	Evitar que el personal de la obra de un manejo inadecuado a los residuos líquidos, con riesgo de contaminar el ambiente.	Durante toda esta etapa y etapa de construcción.
<i>Biodiversidad (Fauna)</i>			
Mortandad de fauna terrestre y acuática.	Prohibir la captura y caza de cualquier especie marina o terrestre con fines de consumo o para su comercio.	Proteger a la fauna silvestre de la laguna y sus alrededores.	Durante toda esta etapa.
<i>Entorno Socioeconómico</i>			

Tabla VI.1. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán en la etapa de preparación del sitio.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Aumento en la oferta de empleo	Llevar la oferta de empleo a los principales centros urbanos del SAR (los Mochis y Topolobampo).	Ofrecer preferentemente las oportunidades de desarrollo a los residentes de la región, pero sin ejercer discriminación hacia otros interesados en los puestos de trabajo.	Durante toda esta etapa y etapa de construcción.
Demanda de agua potable.	El agua para consumo humano debe almacenarse en tinacos de plástico y distribuirse en garrafones de plástico de 20 L.	Facilitar la distribución de agua potable entre el personal.	Durante toda esta etapa y etapa de construcción.

- **Campamento provisional y patio de colados.**

- Los residuos sólidos como material de empaque, restos de alimentos y basura en general, generados en el campamento, deberán concentrarse en tambos metálicos de 200 L de capacidad. Deberá contarse con contenedores para separar los diferentes tipos de basura en, por lo menos, orgánicos e inorgánicos.
- El área del campamento provisional donde se preparen los alimentos para el personal deberá estar alejada de todo material combustible. Esto incluye tanto al combustible para la maquinaria como a cualquier otro material inflamable. Deberá designarse a un responsable del área de cocina, quien se asegurará de que este lugar éste limpia todo el tiempo y de que los restos de alimentos se manejen adecuadamente.
- Los desechos de tipo doméstico que produzcan los empleados durante la construcción serán dispuestos en el basurero municipal de Topolobampo o donde lo determinen las autoridades municipales.
- Durante la construcción se dispondrá de sanitarios portátiles en cada frente de trabajo, incluyendo las áreas cercanas al patio de colado y el frente de construcción de la pasarela, de acuerdo al número de empleados en cada sitio. Se deberá instalar al menos un sanitario portátil por cada 15 trabajadores.

- **Alteración de la Fauna.** Desde esta etapa deberá entrar en vigor una prohibición a todo el personal, para evitar la pesca, captura o caza de cualquier especie silvestre con fines de consumo, deportivos o para su comercio.
- Suministrar agua potable, a razón de al menos 3 L diarios por cada trabajador. El agua para consumo humano y de uso general deberá almacenarse en tinacos de plástico y suministrarse en garrafones de plástico de 20 L o botellas para facilitar su manejo y su control y deberán contar con sistemas que permitan que el agua se distribuya entre los trabajadores sin contaminarla. El agua uso general podrá suministrarse y almacenarse en tibores de plástico de 200 L.

VI.2.3. Construcción.

Como medida preventiva se deberá contar con un área de supervisión ambiental permanente durante el tiempo que dure la construcción, para asegurar que las medidas propuestas cumplan con sus objetivos. La Tabla VI.2 resume las medidas de mitigación aplicables a las acciones a realizar en esta etapa.

Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Atmósfera (Calidad del aire).			
Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	Verificación y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria a diesel, incluyendo los martillos para el piloteado.	Reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera.	Durante toda esta etapa.
	Observar las normas NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-050-SEMARNAT-1993.	Reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, especialmente al nivel del suelo.	Durante toda esta etapa y etapas siguientes.
Generación de polvo	Cubrir con lonas los materiales de construcción al transportarlos al patio de colados.	Reducir la dispersión de polvo en el aire y su depositación en la vegetación.	Cuando se transporten y manejen materiales pétreos.
	En la época seca, mantener húmedos los materiales pétreos en el patio de colados y rociar la zona de trabajo según sea necesario.	Reducir la cantidad de polvo disponible para resuspensión por el viento.	Durante las actividades en el patio de colado
Entorno acústico			
Dragados	Mantenimiento de las dragas y otros equipos.	Reducir el ruido de los equipos para evitar afectaciones a la fauna marina.	Durante la etapa de construcción

Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Impactos de la maquinaria de construcción (generación de ruido).	Mantener el ruido de la maquinaria usada por abajo de los valores máximos permisibles.	Evitar que la contaminación por ruido afecte los alrededores del sitio del proyecto.	Durante toda esta etapa.
Geología y Edafología.			
Impactos por la extracción y manejo de materiales pétreos	Adquirir los materiales pétreos para los colados en bancos en operación o bancos que cuenten con la autorización necesaria y que hayan cumplido las medidas aplicables para mitigar impactos.	No trasladar los impactos del proyecto a otras áreas, aun cuando sean provocados por terceros.	Al adquirir materiales de bancos
Impactos de la maquinaria (contaminación del suelo del patio de colados por hidrocarburos).	Abastecer de combustible a la maquinaria mediante bombeo.	Evitar la contaminación del suelo por derrames accidentales.	Durante toda esta etapa.
	Aplicar medidas de seguridad en el manejo de grasas y aceites, dando continuidad al Programa de Manejo de Residuos generado por GPO para la planta de amoniaco, en lo relativo a Residuos Peligrosos.	Evitar la contaminación del suelo.	Durante toda esta etapa.
	Aplicar un programa de control para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes al trasladarlos al sitio del proyecto.	Evitar la contaminación del suelo.	Durante toda esta etapa y etapas siguientes.
Impactos por aguas residuales (contaminación del suelo del patio de colados)	Para el caso de la posible contaminación por derrames de aguas residuales, se contempló la colocación de sanitarios móviles en el área de la terminal patio de colados para los trabajadores.	Estos sanitarios será rentados a una empresa que deberá contar con la autorización pertinente para su operación; los residuos que se generen en éstos serán colectados por una empresa especializada que se los llevará hacia un sitio de disposición autorizado o planta de tratamiento.	Durante toda esta etapa.
Disposición inadecuada de residuos de tipo doméstico	Se dará continuidad al Programa de Manejo de Residuos establecido para la planta de amoniaco de GPO. Su manejo inicia con el almacenamiento en los contenedores que se ubicarán en el patio de colados y campamento, los cuales estarán señalizados en residuos orgánicos e inorgánicos. Diariamente serán trasladados a la entrada del predio de GPO, de donde el servicio de limpia municipal los transportará hacia su Tiradero.	Evitar la contaminación del suelo.	Durante toda esta etapa y etapas siguientes.

Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Disposición inadecuada de residuos peligrosos.	Los Residuos Peligrosos serán dispuestos en contenedores exclusivos ubicados en los sitios de generación, los cuales serán trasladados hacia el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos con el que cuenta la planta de amoniaco de GPO, manejados conforme a los lineamientos aplicables, que establece las características, procedimiento de identificación, clasificación y listado de los R. P. Éstos serán recolectados por una empresa especializada que los trasladará hacia un sitio de disposición autorizado	Evitar la contaminación del suelo.	Durante toda esta etapa y etapas siguientes.
Derrames accidentales de hidrocarburos.	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos con el fin de evitar fugas de combustible o aceite.	Prevenir la contaminación del suelo en el sitio donde se construirá la terminal portuaria.	Durante toda esta etapa.
Impactos de la maquinaria de construcción (manejo de combustibles).	Construir una plancha de concreto pobre con pendiente al centro y un canal colector alrededor, alejado de la laguna.	Retener cualquier derrame accidental.	Durante toda esta etapa.
	Transportar el combustible al área de construcción deberá hacerse en carros tanque o en tambos metálicos nuevos de 200 L.	Evitar cualquier derrame accidental al suelo. Evitar derrames por el uso de tambos en mal estado.	Durante toda esta etapa.
Hidrología			
Resuspensión de sedimentos e incremento en la turbidez	Durante el hincado de pilotes se colocará correctamente la barrera antiturbidez (malla geotextil) alrededor del área de trabajo.	Atrapar y retener las partículas suspendidas en el agua. Mediante el lavado de la barrera se podrán recuperar las partículas y disponerlas en contenedores para su secado, posterior a lo cual se podrá seguir usando la barrera. Esta acción impedirá la dispersión de los sólidos suspendidos.	Durante la construcción del muelle y la pasarela
	Emplear mallas de geotextil para aislar las áreas donde se draga el material.		Al realizar los dragados de construcción y mantenimiento.
	Ejecución de un programa de monitoreo de calidad del agua.	En complemento a lo anterior, se implementará un Programa de Monitoreo para darle seguimiento a la calidad del agua. Considerando que posteriormente se realizarán los dragados de mantenimiento, el monitoreo también tendría que realizarse de forma que se evalué la calidad del agua del área que se dragará en cada ocasión. Los resultados obtenidos serán registrados y documentados, así como integrados a los reportes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.	Al realizar los dragados de construcción y mantenimiento.

Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Impactos por resuspensión de metales pesados y pesticidas.	Ejecución de un programa de monitoreo de calidad del agua.	Implementar un Programa de Monitoreo para darle seguimiento a la calidad del agua. Los resultados obtenidos serán registrados e integrados a los reportes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.	Al realizar los dragados de construcción
Biodiversidad (Flora)			
Alteración de la flora marina en zona de dársenas y canales.	Emplear mallas de geotextil en forma de barreras alrededor de la zona de construcción.	Evitar la redistribución de los materiales en las áreas adyacentes a las obras de dragado.	Durante la construcción de dársenas y canales.
Biodiversidad (Fauna)			
Alteración de las comunidades bentónicas	Emplear mallas de geotextil en forma alrededor de la zona de construcción de la terminal.	Favorecer la redistribución de los materiales, evitando el enterramiento de los organismos de las zonas aledañas.	Al realizar la colocación de pilotes.
Generación de ruido por el hincado de pilotes con martillos	Establecer una zona de exclusión de delfines.	Definir un área en la que la presencia de estos organismos sirva como indicador para detener temporalmente los golpes del martillo Diesel.	Durante la construcción de la pasarela y el muelle
	Llevar a cabo un inicio paulatino del hincado de pilotes.	Generar niveles de ruido que detonen en los organismos marinos comportamientos de evitación, antes de alcanzar niveles que puedan causar daños.	Durante la construcción de la pasarela y el muelle
Riesgos potenciales a tortugas marinas por la operación de la terminal portuaria.	Instruir a los observadores en la zona de exclusión de Establecer medidas para la protección de delfines en el sitio del proyecto, incluyendo una zona de exclusión durante las operaciones de dragado.	Evitar la pérdida o daños a los organismos.	Durante toda la etapa.
Daños o alejamiento de la fauna nectónica.	Prohibir la pesca, captura o caza de cualquier especie silvestre con fines de consumo o para su comercio.	Proteger a las especies del sitio.	Durante toda esta etapa y etapas siguientes.
	Instalar la barrera antiturbidez en la zona del dragado,	Esta barrera atraparé y retendrá las partículas suspendidas, para evitar afectación a la ictiofauna, y otros organismos que habitan en la Bahía de Ohuira.	Durante la construcción de dársenas y canales.
Ecosistemas del SAR.			
Modificación del ecosistema costero.	Contribuir a la restauración de una zona de humedales en la misma región ecológica del proyecto.	Compensar los nuevos usos en la laguna con un área restaurada a fin de mejorar los ecosistemas de la región.	Durante la construcción
Seguridad e Higiene de la Comunidad			
Aumento en la incidencia de accidentes	Realizar una campaña permanente de seguridad para prevenir accidentes.	Evitar daños al personal y al medio.	Durante toda esta etapa.
Aumento del tráfico vehicular pesado.	Mantenimiento constante, a cargo de la empresa, de los caminos por donde se transporten cargas de gran peso.	No afectar a los residentes de la región.	Durante el transporte de las materiales empleados para la construcción de la terminal.

Tabla VI.2. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de construcción.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
	Vigilar que los conductores respeten los límites de velocidad que garanticen la maniobrabilidad de los vehículos con cargas pesadas.	Garantizar la seguridad en las carreteras por las que se transporte materiales para el proyecto	Durante el transporte de las materiales para la construcción de las obras.

- **Calidad del aire.** De manera general se puede contribuir a reducir la generación de emisiones que pueden reducir la calidad del aire y pueden contribuir al cambio climático global. Para esto, como medida de prevención, aplicable tanto a la construcción como a las etapas siguientes. Se deberán observar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en todos los vehículos relacionados al proyecto, incluyendo los que transporten el material de dragado los barcos de carga, de acuerdo con sus características:

- NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
- Deberá establecerse en el contrato de la maquinaria y equipo a utilizar, tanto terrestre como acuático, que los contratistas se comprometen a mantener en buenas condiciones sus equipos, de tal forma que no sea evidente que generen exceso de humo o de ruido.

- **Ruido.** El controlar las emisiones de ruido a la atmósfera en los sitios donde se realiza una construcción es importante para mantener la calidad ambiental, especialmente

cuando dichas obras se llevan a cabo cerca de áreas naturales protegidas o de importancia ecológica. Este tema es regulado por el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido que, en su Artículo 5, define como fuente emisora de ruido a toda causa capaz de emitir al ambiente ruido contaminante. Los niveles de ruido de la maquinaria usada en esta etapa deberán respetar los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. De ninguna manera deben rebasar los valores máximos permisibles. Un mantenimiento adecuado de la maquinaria contribuirá que los niveles de ruido se encuentren dentro de los límites permisibles por las normas aplicables. El ruido no afectará áreas pobladas y su impacto en el entorno laboral será mitigado proporcionando a los trabajadores del equipo de seguridad adecuado como lo son tapones y orejeras antirruído.

- **Contaminación del suelo.** Los residuos sólidos como material de empaque, restos de alimentos y basura en general, generados por el personal encargado de la construcción del conjunto de obras de la terminal portuaria deberán concentrarse en tambos metálicos de 200 L de capacidad, con la finalidad de ser transportados al sitio que el municipio designe. Deberá contarse con contenedores para separar los diferentes tipos de basura en, por lo menos, orgánicos e inorgánicos.
- **Contaminación por Hidrocarburos.** Para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes de la maquinaria en uso, esta deberá estar siempre en buen estado mecánico, evitando además realizar reparaciones, cambios de aceite o carga de combustible en áreas con el suelo sin protección. El mantenimiento mayor y reparaciones deberán realizarse preferentemente en talleres fuera del área del proyecto. El supervisor ambiental se encargará de verificar que el personal que realice los dragados y la construcción de la terminal portuaria cuente con la capacitación necesaria para atender cualquier procedimiento de emergencia ambiental.
 - Específicamente para el dragado, se deberá supervisar que la draga que se contrate se encuentre en buenas condiciones, para evitar que tenga derrames de aceites o combustible.

- La mejor opción de manejo para los residuos generados como aceites gastados, envases vacíos y materiales impregnados que se generen durante la obra es enviarlos a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada es baja y por estar en una zona urbana probablemente todos los días podrán enviarse fuera del sitio del proyecto. Es muy importante señalar que se debe evitar la aplicación de los aceites gastados para el control del polvo en las áreas con terracería. Se debe tener presente la importancia de evitar que los aceites contaminen el suelo ya que, por su persistencia, este tipo de sustancias pueden llegar eventualmente a los cuerpos de agua subterráneos y a los ríos.

- Los cambios de aceite de la maquinaria se deben hacer en talleres sólo en zonas designadas para este fin. Estas deberán emplearse desde la etapa de preparación del sitio y construcción, y deberán retirarse cuando empiece la operación del puerto. Para prevenir que haya derrames es necesario colocar los contenedores en que se almacena temporalmente el aceite en bandejas colectoras, que retengan todo el aceite que salpique o escurra.

- Si se da algún tipo de mantenimiento de emergencia a la maquinaria, cuando se manejen piezas aceitosas estas se deben colocar en charolas que atrapen el aceite y nunca directamente sobre el suelo. Si es necesario enjuagar algo que esté cubierto de aceite o que haya sido utilizado para contener aceite, se debe hacer en lavaderos especiales los cuales se deberán señalar de manera apropiada. Si se utilizan solventes, una vez usados no se deben mezclar con el aceite.

- Los materiales desechables usados para limpiar partes grasosas son potencialmente peligrosos por estar contaminados con grasas y aceites. Las estopas sucias se deben almacenar en recipientes que no absorban el aceite y que no tengan fugas. Estos recipientes deben estar en las áreas de trabajo y no se deben utilizar para otro tipo de desperdicios. Los trapos y estopas parcialmente usados deben ser almacenados en un lugar separado. En caso de que ocurra un derrame accidental se debe retirar rápidamente el material contaminado y almacenarlo en un tabor vacío hasta que se pueda disponer de él adecuadamente.

- Un punto muy importante es mantener separado el aceite de otros residuos. Aun cuando no hay normas que prohíban mezclar otras sustancias con el aceite, el hacerlo así limita las posibilidades de reciclar el aceite usado. Es recomendable reunir todo el aceite en tambos etiquetados claramente con la leyenda: "únicamente aceite".
- **Almacenamiento de Combustible.** Para la zona de almacenamiento de combustibles y otros materiales que puedan generar contaminación al suelo se recomienda que en el área de almacenaje de los combustibles se realicen las siguientes acciones.
 - Construir una plancha de concreto pobre del tamaño con dimensiones acordes al volumen por manejar, con pendiente al centro y un canal colector alrededor de la plancha, con la finalidad de retener cualquier derrame. Este sitio deberá estar lejos de cualquier fuente de ignición, cubierto para protegerlo de los rayos solares y con ventilación para evitar la acumulación de vapores. Su ubicación debe seleccionarse de tal que forma que se garantice que no habrá escurrimientos que puedan afectar la laguna.
 - El transporte de combustibles para los vehículos que no pueden desplazarse fuera del área de trabajo deberá hacerse con carros tanque en buen estado, asegurándolas adecuadamente para evitar el posible derramamiento accidental.
 - Con base en los reglamentos de PEMEX y el de Transporte Terrestre de la SCT, a las NOM-001-SCT2, NOM-020-SCT2-1994 y a la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para la transportación de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX.

El ruido subacuático en la etapa de construcción será producto de la maquinaria empleada para el hincado de pilotes. Este se considera como un impacto ambiental inevitable ya que este es generado por la maquinaria que operará en la zona.

- **Zona de exclusión de delfines: alrededor de la barcaza de pilotes.** Basados en el análisis del ruido subacuático para el hincado de pilotes de acero de 24" Φ en las

condiciones particulares de la laguna, se establecerá una zona de exclusión de delfines dentro de un radio de 250 m alrededor de la barcaza usada para el piloteado. Esa área se debe inspeccionar visualmente antes del comienzo de cada episodio de pilotes para asegurarse que no haya delfines ni tortugas marinas.

La zona de exclusión de delfines debe ser monitoreada por observadores independientes, desde un punto elevado y sin obstáculos. El hincado de pilotes no debe comenzar hasta que el observador certifique que el área se ha mantenido despejada de organismos de interés por un período de 30 minutos (con lo cual se cubre adecuadamente el tiempo de inmersión máximo de los delfines de aproximadamente 4 minutos). El hincado de pilotes debe cesar si algún delfín entra en la zona de exclusión y no deberá reiniciar hasta que el observador confirme que la zona ha estado continuamente despejada de delfines por un nuevo período de 30 minutos. Los observadores deben estar debidamente capacitados en biología marina, deben ser independientes del contratista de la construcción y deben formar parte del equipo de supervisión ambiental.

- **Zona de exclusión alrededor de la draga.** En el caso de los equipos de dragado no parece haber ninguna evidencia que sugiera que dichas actividades tengan un impacto nocivo en los delfines o tortugas marinas. No se esperan impactos en las poblaciones de delfines del sistema lagunar y por tanto no se requieren medidas de mitigación específicas.

En el caso del dragado del canal auxiliar, este se realiza en un área somera donde no se anticipa la presencia de estos cetáceos. Cuando la draga opere de forma simultánea al piloteado su radio de acción quedará incluido en la zona de exclusión del equipo de piloteado. De no ser así, se considera una zona de exclusión de delfines menor, con un radio de 50 m alrededor de la draga que deberá estar libre de delfines de forma continua por un período de 30 minutos, antes de comenzar a dragar. Si los delfines se mueven hacia el área durante el dragado, no se requiere el cese del dragado.

- **Procedimiento de arranque paulatino.** Como se señaló anteriormente, la presencia de mamíferos marinos y tortugas marinas debe ser monitoreada visualmente por

personal debidamente entrenado durante al menos 30 minutos antes el comienzo del comienzo a los trabajos de piloteado. Con el fin de proporcionar protección adicional a los organismos los trabajos iniciarán mediante un arranque paulatino.

Si no se han avistado mamíferos marinos dentro de la zona de exclusión se puede comenzar el piloteado de manera que la energía del impacto aumente gradualmente a lo largo de un periodo de alrededor de 10 minutos. Para esto se requiere un conjunto inicial de 3 golpes del martillo con un impacto del 40 % de energía con un período de espera de un minuto antes de los siguientes 3 golpes.

El arranque paulatino también se debe utilizar después de pausas largas de más de 30 minutos. El objetivo del procedimiento de arranque gradual es el alertar y ahuyentar a los organismos del sitio de desarrollo de los trabajos, detonando una conducta de evasión que permita que los animales se alejen a una distancia a la cual cualquier tipo de lesión sea improbable.

- **Tráfico vehicular.** El mayor tráfico vehicular será producto de los vehículos de transporte del material para la construcción de la pasarela y el muelle. Esto implica un gran número de camiones que deben recorrer la carretera Los Mochis-Topolobampo.

El punto crítico en este recorrido es la vuelta a la izquierda hacia el camino de acceso a GPO para los vehículos provenientes de Los Mochis. Para reducir la posibilidad de accidentes será necesario trabaja en coordinación con las autoridades correspondientes para colocar señalización, semáforos y/o personal que auxilie en el control del tráfico. En la intersección del camino hacia las instalaciones de GPO con la carretera se deberá tener personal para el control del tráfico.

Una vez que lleguen a la vialidad de acceso en el predio y dado que en la zona para la construcción no hay otras empresas que generen tráfico de vehículos, no se prevén problemas por congestionamientos de las vías de acceso.

- **Seguridad.** Deberá existir una campaña permanente de seguridad para prevenir el incremento temporal del riesgo de accidentes debido al uso y circulación de maquinaria relacionada a la construcción, dicha campaña deberá prevenir los

accidentes a personas, maquinaria y vehículos empleados en la construcción, así como el de las personas y embarcaciones menores que transiten cerca del sitio de construcción. Campañas de seguridad similares deberán establecerse durante las etapas de operación y mantenimiento, dirigidas a los usuarios de la terminal.

- Se deberá proveer agua para consumo humano y de uso general, la cual deberá almacenarse en tinacos y suministrarse por medio de garrafones de plástico de 20 L para facilitar su manejo y su control. Se deberá contar con sistemas que permitan que el agua se distribuya entre los trabajadores sin contaminarla. El agua uso general podrá suministrarse y almacenarse en tiboques de plástico de 200 L.

VI.2.4. Operación y Mantenimiento.

Durante la operación de la terminal portuaria se deberán aplicar todas las medidas establecidas para prevenir emisiones fugitivas de amoniaco o derrames de materiales a la laguna. También se deberá evitar la emisión de ruidos a niveles por arriba de los establecidos para los equipos utilizados, en condiciones de operación normales.

Tomando en cuenta que el tráfico marítimo hacia la terminal es de baja intensidad y sólo durante los meses de mayo a agosto, los impactos por la operación de la terminal son limitados. No obstante, se deberán aplicar medidas de control y vigilancia sobre los barcos que arriben a la terminal portuaria para asegurarse de que no provoquen problemas por contaminación.

También se deberá tener cuidado con los residuos que se puedan generar en las instalaciones. El objetivo general es evitar que las aguas adyacentes a la terminal portuaria se contaminen. En este apartado se presentan las medidas de mitigación, incluyendo las aplicables a aquellas sustancias que se deben tener en mente al diseñar los planes de operación del puerto.

Tabla VI.3. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de operación y mantenimiento.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Atmósfera (Calidad del aire).			
Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de embarcaciones atracadas en el muelle de carga.	Contribuir a reducir las emisiones de los barcos proveyendo, si es posible, energía eléctrica para reducir el consumo de combustible mientras se encuentran atracados.	Reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera desde los barcos durante la operación la terminal portuaria.	Operación
Reducción de la calidad del aire emisiones fugitivas.	Cumplir con todas las medidas para prevenir las fugas en las conexiones de los equipos de carga de amoniaco.	Reducir la cantidad de emisiones de amoniaco a la atmósfera durante la operación la terminal portuaria.	Operación
Reducción de la calidad del aire emisiones de vehículos de la empresa durante la etapa de operación.	Cumplir con todas las medidas aplicables a los vehículos de la empresa para la reducción y control de emisiones incluidas en el diseño y manuales de operación de la terminal portuaria.	Reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera durante la operación la terminal portuaria.	Operación
	Realizar campañas que inviten a los usuarios de la terminal portuaria a dar mantenimiento a sus vehículos.	Contribuir, por medio de la repetición del mensaje, a que los vehículos contaminen menos.	Durante toda la operación.

Tabla VI.3. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de operación y mantenimiento.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Entorno acústico			
Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	Mantener los equipos para el bombeo de amoníaco en adecuadas de funcionamiento para evitar que se rebasen los límites de emisión de ruido establecidos por el fabricante.	Reducir la cantidad de emisiones ruido a la atmósfera.	Durante toda la operación
	Aplicar todas las medidas pertinentes para mantener la banda transportadora en condiciones de operación óptimas.	Reducir la cantidad de emisiones ruido a la atmósfera.	.Al entrar en operación la banda transportadora.
Geología y Edafología.			
Contaminación de suelos por residuos sólidos.	No se deberán recibir los residuos de las embarcaciones, siendo esta una actividad que deberán acordar los barcos con la API-Topolobampo.	Facilitar las operaciones y evitar un manejo inadecuado de residuos.	Durante toda la etapa.
	Dar un manejo adecuado a los residuos generados en la terminal, de acuerdo al programa de manejo de residuos aplicable.	Evitar la acumulación de residuos en los terrenos de GPO.	Durante toda la etapa.
Hidrología			
Descarga de agua de lastrado de buques tanque.	Autorización de operación sólo a barcos que hayan realizado el recambio de agua de lastre lejos de la costa, o según las disposiciones aplicables cuando entre en operación la terminal.	Evitar la descarga en el puerto o sus alrededores de aguas de lastre que puedan transportar especies invasivas.	Durante la etapa de operación, cuando haya actividad de exportación por medio de buques tanque.
Contaminación por aguas residuales y de sentina de los barcos.	En la terminal no se deberán recibir ni dar tratamiento a los residuos líquidos de los barcos, siendo esta una actividad que realizará la API-Topolobampo.	Evitar la contaminación del agua en la zona marina aledaña.	Durante toda la etapa.
Contaminación por aguas residuales y residuos sólidos de edificios y áreas administrativas	Disponer adecuadamente de las aguas residuales del cuarto de control, evitando la contaminación de la laguna.	Evitar la contaminación del y agua.	Durante toda la operación.
	Disponer adecuadamente de los residuos sólidos evitando la contaminación de la laguna.	Evitar la contaminación del suelo y agua.	Durante toda la operación.
Impactos potenciales en la calidad del agua	Evitar la contaminación mediante medidas tecnológicas y administrativas, en forma de manuales de operación, operación y supervisión de todas las áreas y actividades de la terminal portuaria que puedan generar contaminantes.	Evitar la contaminación de la terminal portuaria y la zona marina adyacente.	Durante toda la etapa.
Mantenimiento de áreas generales de la terminal	Limpieza continua de las instalaciones del muelle y la pasarela.	Evitar escurrimientos pluviales con arrastre de residuos, desde la terminal.	Durante toda la etapa.
Ecosistemas del SAR.			
Descarga de agua de lastrado de buques tanque.	Operar sólo con barcos que hayan realizado recambio de agua de lastrado en la zona oceánica.	Evitar la importación a las aguas de la terminal portuaria de especies exóticas que hayan entrado a los tanques junto con el agua del puerto de origen.	Durante la etapa de operación, cuando haya actividad de exportación por medio de buques tanque.
Impactos por dragados de mantenimiento	Emplear mallas de geotextil para aislar la zona de dragado.	Favorecer la redepositación de los materiales, evitando que sus efectos se extiendan más allá de los límites físicos del área de trabajo.	Al realizar el mantenimiento de canales.
Paisaje			

Tabla VI.3. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de operación y mantenimiento.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.	Diseñar el sistema de iluminación de la terminal de forma que no afecte el entorno natural, especialmente cuando haya actividades de carga durante la noche.	Prevenir la contaminación lumínica del sitio.	En el proyecto ejecutivo y al final, en las instalaciones.
Degradación del entorno visual.	Reforestación y limpieza de todas las áreas de la terminal portuaria.	Evitar la degradación del paisaje, a pesar de que este se encuentre ya alterado.	Durante toda la operación.
	Realizar campañas para invitar a los usuarios a no tirar basura.	Contribuir, por medio de la repetición del mensaje, a que los usuarios de carretera no las ensucien.	Durante toda la operación.
Seguridad Portuaria			
Impactos por el mantenimiento de embarcaciones y maquinaria	Desarrollar y aplicar un programa para el control de los residuos propios de estas actividades.	Evitar que por un mal manejo de sustancias y materiales de mantenimiento se provoque contaminación en la terminal portuaria.	Durante toda la etapa, al realizar trabajos de mantenimiento.
Generación de residuos peligrosos	Establecer un programa interno de control para este tipo de residuos.	Evitar el riesgo de contaminación por este tipo de sustancias.	Durante toda la etapa de operación.
	Incluir en los contratos con operadores una cláusula que los comprometa a manejar los residuos adecuadamente, de acuerdo con la normatividad vigente.	Reducir el riesgo de contaminación por este tipo de sustancias a causa de las empresas que operen en el puerto.	Durante toda la etapa de operación.
Contaminación por derrames accidentales de hidrocarburos.	Contar con un programa básico para control de derrames, que coordine a la terminal portuaria con las empresas del puerto de Topolobampo.	Disponer de los recursos necesarios para afrontar una contingencia.	Durante toda la etapa de operación.
	Contar con barreras contenedoras y cojinetes absorbentes para la primera respuesta cuando ocurra un incidente en el puerto.	Reducir la dispersión inicial de contaminantes en caso de derrames accidentales.	Durante toda la etapa de operación.
Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad en la terminal.	Colocar señales referentes a las medidas de seguridad pertinentes	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
	Todos los empleados serán instruidos en los procedimientos para reportar la respuesta a desastres y emergencia	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
	Los procedimientos y los números telefónicos de respuestas a desastres y emergencias serán colocados en sitios clave.	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
	Se realizarán simulacros anunciados y no anunciados para evaluar la efectividad del entrenamiento.	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
Seguridad e Higiene de la Comunidad			
Aumento en la posibilidad de incidentes que involucren a la población.	Se colocarán señales de advertencia.	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
Acceso de personas no autorizadas.	Se tendrá una cerca perimetral. Adicionalmente, el pario de colados se ubica lejos del límite del predio.	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.

Tabla VI.3. Medidas de mitigación, prevención o compensación que se aplicarán antes y durante la etapa de operación y mantenimiento.

IMPACTO	MEDIDA APLICABLE	OBJETIVO	MOMENTO DE EJECUCION
	Se tendrá personal de vigilancia durante las 24 horas.	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.	Durante toda la etapa de operación.
Entorno Socioeconómico			
Transporte Marítimo	Cumplir los requisitos establecidos por la Capitanía de Puerto y reglamentos internos.	Prevenir daños al entorno o la seguridad por las navegación	Durante toda la etapa de operación.

VI.2.4.1. Reducción de la calidad del Aire. Las principales fuentes de emisiones a la atmósfera durante la operación serán aquellas de los vehículos para el transporte de carga y de los barcos mercantes. Estas emisiones no pueden ser reguladas por los operadores de la terminal portuaria.

- Limitar la generación de contaminantes en los barcos proveyéndolos cuando sea posible de energía eléctrica para evitar que quemen combustible en sus generadores cuando estén anclados en el puerto.
- Recomendar a las embarcaciones que utilicen, de acuerdo con la disponibilidad, combustibles con el menor grado de impurezas, dando facilidades para la distribución en el puerto de los mejores combustibles producidos por PEMEX.

VI.2.4.2. Entorno Acústico. El ruido en esta etapa es generado por los equipos empleados para la carga de amoniaco en los barcos y será mitigado mediante las medidas de control descritas en el Capítulo V y proporcionando a los trabajadores el equipo de seguridad adecuado como lo son tapones y orejeras anti-ruido.

VI.2.4.3. Contaminación de suelos. Para evitar que la generación de basura sea un problema o un impacto negativo en la operación de la terminal portuaria y en sus alrededores se recomienda lo siguiente:

- Para la disposición de desechos sólidos del edificio de control se seguirán las mismas medidas adoptadas durante la etapa de construcción, promoviendo la separación de residuos desde su origen y estableciendo contenedores que faciliten estas acciones. Cabe señalar que los operadores colaborarán con el sistema municipal para resolver cualquier problema relacionado con este tipo de residuos.
- Los residuos sólidos que se generen pueden controlarse fácilmente si se colocan contenedores con tapa en las áreas donde se generen. Los residuos deberán enviarse a sitios autorizados por el municipio para su disposición final.
- Se debe contar con contenedores que tengan la capacidad suficiente para alojar el volumen de residuos que se puede generar en la temporada de mayor actividad.
- Los residuos sólidos de los barcos que arriben a la terminal deberán ser manejados exclusivamente por la API de Topolobampo.

VI.2.4.4. Contaminación del agua.

- **Impactos por dragados de mantenimiento.** Cuando se realicen estos dragados se deberán ejecutar las siguientes medidas de control.
 - Emplear mallas de geotextil para aislar la zona de dragado y así favorecer la redepositación de los materiales, evitando que sus efectos se extiendan más allá de los límites físicos del área de trabajo. En el caso de las obras que se realicen en el frente marino, en lugar de una barrera cerrada que rodee el sitio se deben colocar mallas alternadas, a fin de evitar que la fuerza del oleaje las destruya. Dichas mallas deben colocarse en dirección de la corriente, a fin de que queden en la ruta de transporte de las partículas.
 - Analizar la calidad de los sedimentos en relación a la presencia de contaminantes a fin de determinar en cada caso el uso que se le puede dar al material o la forma en que se debe disponer de este. Si los sedimentos presentasen contaminación a

causa de la actividad portuaria, se deberá revisar la efectividad de las medidas empleadas para el control de los contaminantes detectados.

- **Recepción de aguas residuales y de sentina de los barcos.** La recepción de las aguas residuales de los barcos que arriben a la terminal portuaria se deberá hacer por medio de la API de Topolobampo.

- **Descarga de agua de lastrado de buques tanque.** En la etapa de operación del proyecto, al realizar actividades de exportación que requieran del arribo de barcos lastrados se deberá considerar lo siguiente:
 - Sólo se deberá autorizar la operación a barcos que realicen el recambio de agua lejos de la costa, para evitar la introducción de especies exóticas. Se debe evitar la descarga de estas aguas en el puerto o sus alrededores.

 - Dar autorización de vaciado de tanques de lastrado sólo a barcos que hayan realizado recambio de agua en la zona oceánica, a fin de evitar la importación a las aguas de la terminal portuaria de especies exóticas que hayan entrado a los tanques junto con el agua del puerto de origen.

- **Contaminación en el edificio de control.** Las instalaciones destinadas al control de la terminal portuaria tendrán un impacto continuo por la generación de aguas residuales de los servicios sanitarios.
 - Se prohibirá la disposición de aguas residuales crudas, generadas en el área de sanitarios, ni podrán ser utilizadas para riego sin previo tratamiento. Tampoco podrán descargarse directamente al mar. Se deberán transportar a la planta de tratamiento de aguas de GPO.

- **Contaminación del agua por metales pesados.** En el proyecto propuesto se contemplan las siguientes medidas de control:

- No permitir el lijado y pintado de los cascos de los barcos que arriben a la terminal portuaria durante la etapa de operación, a menos que se cuente con facilidades adecuadas, previamente autorizadas.
- Aplicación de un programa de control de contaminantes en las áreas de servicio y mantenimiento a motores y vehículos utilitarios de la terminal portuaria.

VI.2.4.5. Mantenimiento de áreas generales de la terminal portuaria. Durante la operación de la terminal portuaria será necesario establecer un programa de mantenimiento y supervisión tanto de los aspectos de la obra como de la funcionalidad de la infraestructura. El mantenimiento debe hacerse adecuadamente, conservando la calidad del pavimento, señalamientos, protecciones, etc. El óptimo mantenimiento de la infraestructura contribuirá a disminuir la posibilidad de accidentes.

VI.2.4.6. Mantenimiento de equipos en el muelle. El mantenimiento al que se refiere este apartado es el que se proporciona a los equipos utilizados para la carga de los barcos. En ningún caso se deberá permitir el mantenimiento de las embarcaciones que arriban al muelle ni la descarga de residuos. Se deberá reportar a las autoridades competentes cualquier caso en que una embarcación descargue al mar aguas residuales o de sentina mientras se halla en la posición de atraque para la carga del producto. Respecto al mantenimiento a los equipos de la empresa se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes de la maquinaria en uso, esta deberá estar siempre en buen estado mecánico, evitando además realizar reparaciones, cambios de aceite o carga de combustible en áreas con el suelo sin protección o en áreas desde donde pueda haber derrames hacia la laguna. El mantenimiento y la reparación de los equipos únicamente deben realizarse en la zona designada para este fin.
- La mejor opción de manejo para los residuos generados como aceites gastados, envases vacíos y materiales impregnados que se generen en la terminal durante la

operación y mantenimiento es enviarlos a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada es baja y por estar en una zona industrial-portuaria probablemente todos los días podrán enviarse fuera del sitio.

- En caso de alerta de huracán o tormenta se deberán remover todos los combustibles y residuos que puedan encontrarse en el muelle, para llevarlos a sitios seguros donde no haya riesgo de derrames o dispersión.
- Para prevenir que haya derrames en el suelo es necesario colocar los contenedores en que se almacena el aceite en bandejas colectoras, que retengan todo el aceite que salpique o escurra. Cuando se manejen piezas aceitosas estas se deben colocar en charolas que atrapen el aceite y nunca directamente sobre el suelo. Hay que recordar que los escurrimientos de aceite pueden desplazarse hasta las alcantarillas de manera lenta e imperceptible. Si es necesario enjuagar algo que esté cubierto de aceite o que haya sido utilizado para contener aceite, se debe hacer en lavaderos especiales los cuales se deben señalar de manera apropiada. Los solventes usados no se deben mezclar con el aceite.
- Los materiales desechables usados para limpiar partes grasosas son potencialmente peligrosos por estar contaminados con grasas y aceites. Las estopas sucias se deben almacenar en recipientes que no absorban el aceite y que no tengan fugas. Estos recipientes deben estar en las áreas de trabajo y no se deben utilizar para otro tipo de desperdicios. Los trapos y estopas parcialmente usados deben ser almacenados en un lugar separado.
- En caso de que ocurra un derrame accidental, no se debe usar agua para arrastrar el aceite al drenaje. En lugar de eso se debe emplear un material absorbente para limpiar los derrames. Este puede ser un material desechable, como el aserrín, o un material especial que pueda ser reciclado. Una vez que la mayor parte del derrame ha sido absorbida limpie la zona afectada con una solución de agua y jabón para limpiar la capa de aceite que queda.

- Un punto muy importante es mantener separado el aceite de otros residuos. Aun cuando no hay normas que prohíban mezclar solventes usados con el aceite (siempre y cuando no haya incompatibilidad), hacerlo así limita las posibilidades de reciclar el aceite usado. Es recomendable reunir todo el aceite en un tambor marcado claramente "únicamente aceite". No se deben mezclar residuos peligrosos como adelgazadores de pintura o limpiadores de carburadores (cloruro de metileno) con el aceite usado.
- La preparación de un plan de contingencias para casos de derrame y la capacitación del personal para llevarlo a cabo.

VI.2.4.7. Control de incendios. Además de los problemas de contaminación que puedan ocurrir por los materiales que se manejen en la terminal (amoníaco y urea), la presencia de materiales inflamables (aceites y solventes) y desechos impregnados con estos contribuye a aumentar el peligro de incendios en caso de derrames. Uno de los lugares donde comúnmente se originan incendios son los depósitos de basura.

- No se debe fumar cerca de estos contenedores, en especial de aquellos que contengan trapos y estopas usados. Deben colocarse señales visibles que marquen las zonas donde se prohíba fumar o prender fuego.
- En caso de incendio se debe utilizar un extintor cargado con un agente extintor para fuegos de clase A (sólidos) y de clase B (líquidos y gases inflamables), el cual puede ser polvo químico seco o halón. Los extintores deben colocarse en un lugar accesible y cerca del personal que los va a utilizar. La parte más alta de los extintores debe estar colocada a no más de 1.5 metros sobre el suelo. Aun cuando no hayan sido usados, la carga de los extintores caduca al año y debe ser reemplazada. Se recomienda tener como mínimo un extintor por cada 300 m² de superficie con la capacidad y del tipo requerido para los riesgos específicos.
- Los extintores portátiles deben estar en buen estado físico. La manguera debe estar en su sitio y no tener grietas. El cilindro debe estar bien pintado. Cada 5 años

los extintores deben ser sometidos a una prueba hidrostática; el cilindro debe mostrar números grabados de la fecha de la última prueba.

- Aunque el volumen de residuos peligrosos que se generarán en las áreas de la terminal portuaria es relativamente bajo, estos deben manejarse en la forma establecida por los reglamentos correspondientes. De acuerdo con la legislación ambiental mexicana vigente (Artículo 31 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), el aceite lubricante usado es un residuo peligroso. Por esta razón, la zona donde se almacene los residuos deberá contar con las siguientes señales:



Señal que indica la naturaleza inflamable de un material.



Señal universal para identificar a un material tóxico.



Señal utilizada para indicar las áreas donde se prohíbe fumar.

Figura VI.1. Avisos de seguridad para la zona de almacenamiento de materiales peligrosos.

- Igualmente, es recomendable colocar signos que prohíban fumar cerca de los sitios donde se almacenan materiales inflamables, explosivos o cerca de los contenedores de basura. En todo caso, los signos empleados deberán cumplir con lo establecido en las Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB/2002, referente a señales y avisos para protección civil. Todas estas señales son adicionales a las que puedan requerir para la planta de amoniaco vecina a la terminal portuaria, pero deberán coordinarse para evitar señalizaciones confusas.

VI.2.4.8. Degradación del entorno visual. Los cambios en el entorno visual serán provocados por la integración de elementos artificiales y por su magnitud no pueden ser mitigados completamente, aunque podrían ser atenuados si se requiere que las construcciones incluyan elementos estéticos, sin sacrificar la funcionalidad que requiere las instalaciones portuarias. También el mantener un aspecto limpio contribuye a mejorar

el aspecto, por lo que la recolección de basura en toda la zona portuaria será continua y parte del mantenimiento ordinario. El crear un ambiente agradable en las instalaciones también reducirá el efecto que un entorno visualmente árido o agresivo puede tener sobre quienes ahí laboran.

VI.2.4.9. Circulación y operación de vehículos. El tráfico de vehículo en el puerto no incluye transportes de carga como tráileres, plataformas para contenedores, cisternas u otros tipos de vehículos.

- Promover el uso de los combustibles con menor grado de impurezas distribuidos por PEMEX para reducir la cantidad de contaminantes en las emisiones a la atmósfera de los vehículos.

VI.2.5. Medidas Aplicables No Relacionadas con Impactos Específicos.

A continuación se presentan una serie de medidas y recomendaciones que se integrarán en manuales de Buenas Prácticas para la empresa responsable de la construcción del muelle, los patios y las demás estructuras de la terminal. Estas medidas no están orientadas a impactos específicos.

Tabla VI.4. Medidas de Gestión Ambiental no relacionadas con impactos específicos.

Obra / Concepto	Medida Aplicable	Objetivo	Momento De Ejecución
Maquinaria de construcción (Contaminación por hidrocarburos).	Aplicar medidas de seguridad en el manejo de grasas y aceites.	Evitar la contaminación del suelo y agua.	Durante toda la etapa de construcción.
	Prevenir la fuga de combustibles y lubricantes	Evitar la contaminación del suelo y agua.	
Maquinaria de construcción (Almacenamiento de combustible).	Construir una plancha de concreto pobre con pendiente al centro y un canal colector alrededor	Retener cualquier derrame accidental que pueda llegar al canal.	Durante la etapa de construcción.
	El transporte de combustible al área de construcción deberá hacerse en carros tanque o en tambos metálicos nuevos de 200 L	Evitar cualquier derrame accidental.	Durante la etapa de construcción.
Generación de Residuos peligrosos.	Mantener un control de los residuos peligroso generados durante el mantenimiento y disponer de ellos adecuadamente.	Evitar que este tipo de residuos pueda contaminar la Bahía de Ohuira	Durante toda la operación.
	Control estricto de envases de pintura y otras sustancias empleadas para el mantenimiento de las estructuras de la terminal.	Evitar el riesgo de contaminación de suelos y del sistema lagunar por este tipo de materiales.	Durante toda la etapa de operación.

VI.2.5.1. Maquinaria de construcción (Contaminación por hidrocarburos). La maquinaria que se utilizará para la construcción de la terminal incluye a las dragas, los martillos para el piloteado, la maquinaria pesada y los vehículos de carga. Para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes de la maquinaria de construcción en uso, esta deberá estar siempre en buen estado mecánico, evitando además realizar reparaciones, cambios de aceite o carga de combustible en áreas sin protección contra derrames. El mantenimiento mayor y reparaciones deberán realizarse preferentemente en el taller de maquinaria o en talleres fuera del área del proyecto.

La mejor opción de manejo para los residuos generados como aceites gastados, envases vacíos y materiales impregnados que se generen durante la obra es enviarlos a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada es baja y por estar cerca de una zona portuaria e industrial, incluyendo a PEMEX, probablemente todos los días podrán enviarse fuera del sitio del proyecto. Sin embargo, si se requiere almacenarlos temporalmente esto deberá hacerse en las áreas con las que a cuenta GPO en el sitio, siempre cuando no se rebase la capacidad instalada.

Es muy importante señalar que nunca se deben aplicar de los aceites gastados para el control del polvo durante la construcción de la terminal. Se debe tener presente la importancia de evitar que los aceites contaminen el suelo ya que, por su persistencia, este tipo de sustancias pueden llegar eventualmente a las zonas bajas, a la laguna costera.

El abastecimiento de combustible a la maquinaria pesada deberá realizarse mediante bombeo, evitando el vaciado directo desde otros bidones o el uso de embudos, a fin de evitar derrames al suelo o escurrimientos superficiales, especialmente hacia la Bahía de Ohuira.

Los cambios de aceite de la maquinaria se deben hacer en talleres o en zonas designadas para este fin, cuando se trate de equipos pesados. Para prevenir que haya derrames es necesario colocar los contenedores en que se almacena temporalmente el aceite en bandejas colectoras, que retengan todo el aceite que salpique o escurra.

Si se da algún tipo de mantenimiento de emergencia a la maquinaria, cuando se manejen piezas aceitosas estas se deben colocar en charolas que atrapen el aceite y nunca directamente sobre el suelo. Si es necesario enjuagar algo que esté cubierto de aceite o que haya sido utilizado para contener aceite, se debe hacer en lavaderos especiales los cuales se deberán señalizar de manera apropiada. Si se utilizan solventes, una vez usados no se deben mezclar con el aceite.

Los materiales desechables usados para limpiar partes grasosas son potencialmente peligrosos por estar contaminados con grasas y aceites. Las estopas sucias se deben

almacenar en recipientes que no absorban el aceite y que no tengan fugas. Estos recipientes deben estar en las áreas de trabajo y no se deben utilizar para otro tipo de desperdicios. Los trapos y estopas parcialmente usados deben ser almacenados en un lugar separado. En caso de que ocurra un derrame accidental se debe retirar rápidamente el material contaminado y almacenarlo en un tabor vacío hasta que se pueda disponer de él adecuadamente.

Un punto muy importante es mantener separado el aceite de otros residuos. Aun cuando no hay normas que prohíban mezclar otras sustancias con el aceite, el hacerlo así limita las posibilidades de reciclar el aceite usado. Es recomendable reunir todo el aceite en tambos etiquetados claramente con la leyenda: "**únicamente aceite**".

VI.2.5.2. Maquinaria de construcción (Almacenamiento de combustible). En la zona de almacenamiento de combustibles para la maquinaria y las dragas, así como para otros materiales que puedan generar contaminación al suelo se recomienda que como medidas mínimas de seguridad se realicen las siguientes acciones:

- Construir dentro del área del campamento provisional, pero fuera de la zona ocupada por el patio de colados, al menos una plancha de concreto pobre del tamaño adecuado al volumen esperado, con pendiente al centro y un canal colector alrededor de la plancha, con la finalidad de retener cualquier derrame. Este sitio deberá estar lejos de cualquier fuente de ignición, cubierto para protegerlo de los rayos solares y con ventilación para evitar la acumulación de vapores. En caso de que ya se cuente con una instalación adecuada para almacenar los combustibles, como parte de la planta de amoniaco en construcción, esta podría ser utilizada para este fin.
- El transporte de combustibles al área de construcción deberá hacerse en carros tanque o en tambos metálicos nuevos de 200 L sobre un vehículo con una plataforma estable que permita transportarlos de forma vertical y asegurándolos adecuadamente para evitar el posible derramamiento accidental.
- Se recomienda que el volumen de almacenamiento de combustibles sea únicamente el necesario para garantizar la continuidad de las operaciones,

aplicando las precauciones necesarias para reducir los riesgos que implica el manejo de combustibles.

- En caso de alerta de huracán o tormenta se deberán retirar de los lugares expuestos todos los combustibles y residuos, para llevarlos a sitios seguros donde no haya riesgo de derrames o dispersión.

VI.2.5.3. Generación de residuos peligrosos. Como se señaló en el punto anterior, al dar mantenimiento a los equipos de la empresa se generarán diversos residuos considerados peligrosos por Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, así como las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993.

Estos residuos deben manejarse con apego a la normatividad vigente tomando en cuenta una posible inclusión en la categoría de gran generador. Los residuos pueden incluir latas vacías de pintura del mantenimiento, así como envases de lubricantes, solventes, aditivos, estopas o trapos impregnados de estos productos, filtros y aceites gastados de los equipos y vehículos de servicio, entre lo más relevante.

Para el manejo de todos estos residuos se deberán emplear los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el traslado de los residuos al sitio de disposición definitiva, donde se manejen de acuerdo a los reglamentos aplicables, las normas NOM-003-SCT-2008 (Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos), la NOM-011-SCT2-2003 (condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas) y las demás aplicables.

VI.3. Programa de Salud, Higiene y Medioambiente de GPO.

Gas y Petroquímica de Occidente, S.A. de C.V., empresa promotora del proyecto para la construcción de una terminal de carga en Topolobampo contará con un Programa de Salud, Higiene y Medioambiente (PSHM), a través del cual se dará seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación señalando los procedimientos para hacer, en caso necesario, las correcciones y los ajustes para que dichas medidas cumplan su objetivo. En lo referente al medio ambiente el PSHM de la Terminal Portuaria GPO abarca las siguientes áreas:

1 PSHM (Medio Ambiente):

- 1.1 Programa de Restauración ambiental.
- 1.2 Programa de repoblamiento de camarón.
- 1.3 Programa de monitoreo de calidad del agua marina.
- 1.4 Programa de monitoreo de sedimentos.
- 1.5 Programa de monitoreo de ruido a la atmósfera.
- 1.6 Programa de monitoreo de ruido en el agua.
- 1.7 Programa de manejo de residuos peligrosos.
- 1.8 Programa de manejo de residuos.

A través del PSHM, en lo referente al Medio Ambiente, se llevarán a cabo acciones de seguimiento ambiental de todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones y uso de recursos, aplicables al proyecto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. En lo referente al medioambiente los objetivos del Programa de Salud, Higiene y Medioambiente son los siguientes:

- Implementar un sistema de trabajo que permita la ejecución del proyecto de forma ágil y regular, asegurándose que dentro de esta metodología, se incluya el cumplimiento completo de las obligaciones ambientales contenidas en la MIA-R y en el resolutivo correspondiente, y que a su vez, permita detectar y corregir oportunamente los impactos ambientales atribuibles en las etapas de construcción u operación del proyecto.
- Vigilar el desarrollo y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados para las distintas etapas del proyecto consignadas en la MIA-R y la demás información complementaria presentada, así como aportar datos para la toma de decisiones respecto a posibles desviaciones en los resultados de las mismas.
- Registrar y ordenar la información sobre el estado que guarda cada etapa, integrar los datos obtenidos en los reportes necesarios y dar seguimiento oportuno a la gestión inherente.

VI.3.1. Etapas de aplicación del Subprograma.

Los programas que forman parte del PSHM de GPO se llevará, a cabo en las etapas del proyecto que señalan en la Tabla VI.5.

Tabla VI.5. Programas ambientales para aplicar en las distintas etapas del proyecto.

Actividades	Etapa de aplicación		
	C	O	M
Restauración ambiental	✓	✓	
Programa de fortalecimiento de poblaciones de camarón.	✓		
Programa de monitoreo de calidad del agua marina.	✓	✓	
Programa de monitoreo de sedimentos.	✓	✓	
Programa de monitoreo de ruido a la atmósfera.	✓	✓	
Programa de monitoreo de ruido en el agua.	✓		
Programa de manejo de residuos peligrosos.	✓	✓	✓
Programa de manejo de residuos.	✓	✓	✓
C = construcción; O = operación; M = mantenimiento.			

VI.3.2. Programa de Restauración Ambiental.

Con relación a las medidas de compensación por la realización de las actividades de la terminal portuaria en la Bahía de Ohuira y por la ocupación de áreas (amonioducto) a una distancia menor a 100 m de la vegetación de manglar, GPO ha considerado:

- Desarrollar los estudios necesarios para el diseño de un proyecto para restaurar una superficie de humedales con mangle dentro de la misma unidad hidrológica.
- Incorporar a científicos especialista en manglares, familiarizados con la región, a participar en el diseño de dicho proyecto.
- Definir opciones y alcances de la restauración.
- Aportar recursos económicos, técnicos y/o humanos para el desarrollo del programa de restauración.

La zona considerada para los trabajos de restauración abarca 253 ha y se muestra en la Figura VI.2

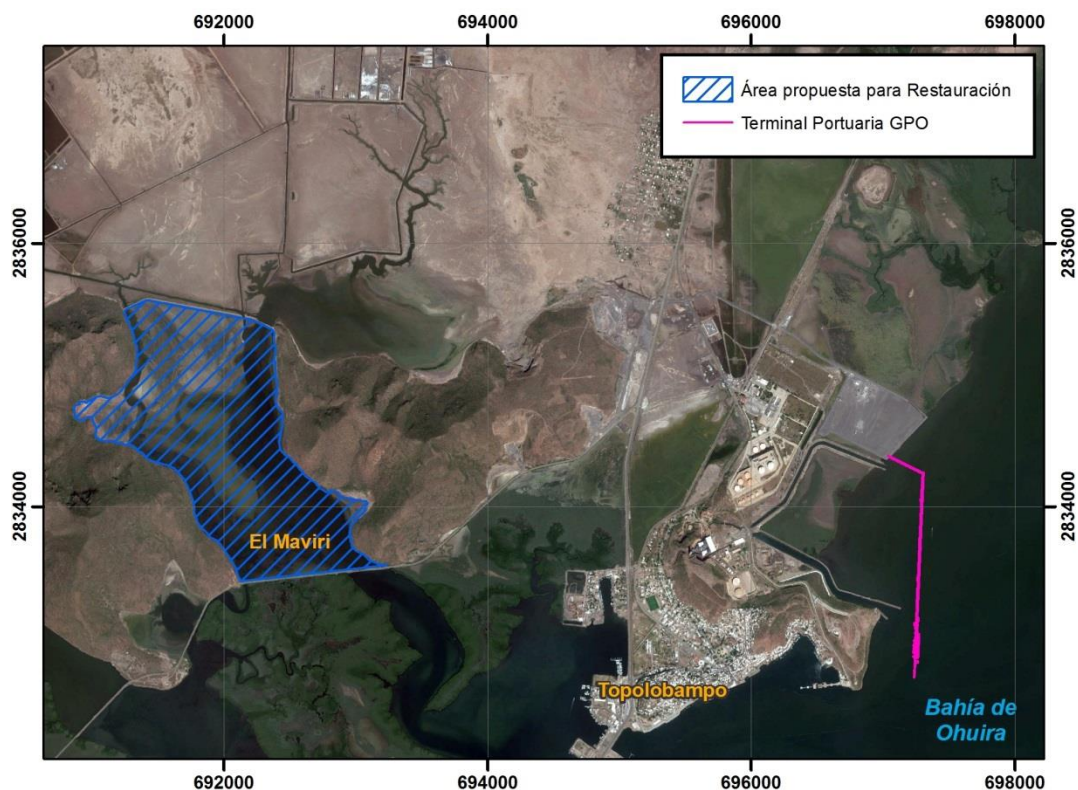


Figura VI.2. Área propuesta para restauración, como medida de compensación.

El Maviri está localizado al oeste del sitio del proyecto y es tanto un área natural importante como una playa popular para la población local. Un camino construido para dar acceso a la playa fragmentó el ecosistema y restringió la circulación del agua en algunas zonas. En la actualidad hay varias propuestas de restauración de hasta 235 ha, pero todas ellas requieren análisis y financiación adicionales.

VI.3.3. Programa de Fortalecimiento de Poblaciones de Camarón.

Para prevenir cualquier impacto adverso no anticipado en las poblaciones de camarón que sustentan las actividades pesqueras en el sistema laguna, se propone desarrollar un programa de liberación de larvas obtenidas en laboratorio, directamente en el sistema lagunar. Las larvas podrán obtenerse de la siguiente manera:

- A. Adquisición en laboratorios comerciales de la región; o
- B. Producción de larvas en un laboratorio que se construya para este fin en la Bahía de Ohuira.

Únicamente se liberarán organismos de las especies que ya existen en la laguna, sin introducción de especies exóticas. El sitio de liberación será decidido con asesoría científica, en acuerdo con el sector pesquero local e instituciones públicas.

Uno de los objetivos será contribuir a mantener y mejorar la producción pesquera en la zona, la cual ha presentado grandes variaciones en el pasado

El seguimiento de los resultados a la liberación se incorporara en los objetivos del *Programa de Monitoreo y Conservación de Flora y Fauna Acuáticas de la Bahía de Ohuira, Sinaloa* que GPO ya realiza en la actualidad, complementándolo con la información que pueda aportar el sector pesquero.

Además de camarón, si es posible obtener larvas de especies de valor económico o ecológico, el programa se podrá ampliar para abarcar tales especies.

VI.3.4. Programa de Monitoreo de Calidad del Agua Marina.

Durante la construcción y la operación de la nueva terminal de GPO se deberá garantizar que esta no sea un factor de degradación del sistema lagunar. El Objetivo General del programa será el determinar la variabilidad de la calidad ambiental de la Bahía de Ohuira durante el tiempo en que se realiza la construcción. Los objetivos específicos son:

- Determinar las variables físicas y químicas en la columna de agua de la Bahía de Ohuira, Sinaloa.
- Determinar el estado de las poblaciones de fitoplancton y zooplancton en el sitio de las obras y sus alrededores.
- Aplicar índices de calidad de agua y calidad ambiental en el sitio de estudio.
- Durante la construcción se deberá monitorear los sólidos suspendidos fuera y dentro de las barreras anti-turbidez para valorar su funcionamiento.

Como metodología general, para homogenizar los resultados con monitoreos previos, se recomienda que se realicen muestreos mensuales durante un ciclo anual, de la columna de agua integrada en 12 puntos de muestreo para análisis de la calidad ambiental y el estado trófico (Fig. 3). Para ello se determinará *in situ* las variables Temperatura, Salinidad, pH, Oxígeno Disuelto y Profundidad del Disco de Secchi. Se tomarán muestras de agua en la columna de agua para el análisis de: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Clorofila a (Cl a), nutrientes (NO₃, NO₂, NH₄, NT, FT, PO₄, Urea), Coliformes Totales y Fecales (CT y CF), Sólidos Suspendidos Totales, y Carbono Orgánico Particulado (COP).

Con la finalidad de determinar la calidad del agua y la ambiental del sitio de estudio, para integrarlos con datos previos obtenidos para GPO, se aplicarán el índice de Calidad del Agua (ICA) de acuerdo a lo planteado en Dinius (1985) y Torres et al. (2010), así como el Índice de estado trófico TRIX (Vollenweider et al., 1998) ya probado para el área de estudio por Ayala-Rodríguez (2008) y validado por Escobedo-Urías (2010).

Para la etapa de operación el monitoreo se puede combinar con los que ya se realizan para dar seguimiento a la calidad ambiental con relación a la planta de amoniaco de GPO, ampliando el número de estaciones si fuese necesario.

Las actividades en la plataforma de carga y en los barcos deben hacerse de manera limpia cuidando que no haya derrames o vertidos de sustancias contaminantes. Para verificar que la calidad ambiental se mantenga se contempla la realización de muestreos trimestrales en la Bahía de Ohuira, iniciando al tiempo de la construcción, para determinar la línea base y continuando una vez que la terminal entre en operación.

VI.3.5. Programa de Monitoreo de Sedimentos.

Los sedimentos marinos deben muestrearse y analizarse en las cercanías de la plataforma de carga y la dársena de maniobras al menos dos veces de manera estacional antes de la entrada en operación del muelle y repetirlos dos veces por año (estaciones de secas y lluvias) durante la operación para determinar la abundancia de las comunidades bentónicas y las concentraciones de contaminantes.

Para poder realizar comparaciones con estudios previos realizados para GPO, se recomienda utilizar las mismas metodologías. Se tomarán muestras de sedimento en cuatro estaciones en la laguna, en la zona del proyecto, mediante buceo con Hooka y una draga tipo Ekman de 6 x 6 x 6 pulgadas recomendada para cuerpos costeros y lagunares.

Se emplea este método debido a que el suelo del lecho marino en los puntos de muestreo está muy compactado dificultando la maniobra con la draga desde la embarcación.

Una vez en la superficie se le extraerá a cada muestra el agua intersticial (1000 mL) para análisis de nitrito, nitrato, amonio, fosfatos y nitrógeno total, estas muestras se almacenarán en hielo y una vez en el laboratorio se congelarán a -20°C para su posterior análisis.

El sedimento se deberá colocar en recipientes de vidrio de 1000 mL para los análisis correspondientes y conservados fuera de la luz y en hielo hasta su entrega al laboratorio contratado para su análisis.

VI.3.6. Programa de Monitoreo de Emisiones de Ruido a la Atmósfera.

Durante la etapa de construcción la mayor fuente de ruido será el hincado de pilotes. El objetivo del programa de monitoreo será:

- Analizar el comportamiento del ruido perimetral en el área industrial y zonas naturales cercanas al proyecto de la terminal portuaria de Gas y Petroquímica de Occidente, S.A. de C.V. (GPO), con el fin de evaluar los posibles efectos generados por las actividades de construcción del proyecto en un periodo de 24 horas.

El campo de aplicación del estudio comprende todos aquellos equipos de construcción colocados en la zona marina que emitan ruido en las proximidades a las colindancias del polígono del proyecto de GPO; considerando el área industrial, la cual comprende las empresas: Central Termoeléctrica "Juan de Dios Bátiz Paredes" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Petroquímica Básica, la planta de amoniaco (en construcción), la Terminal de Distribución de Gas Licuado Topolobampo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y zonas habitacionales del Puerto de Topolobampo y Ejido Rosendo G. Castro.

Para obtener el nivel sonoro se aplica el procedimiento de actividades siguientes:

1. Selección de los puntos de interés, motivo de estudio.
2. Ubicar en un croquis la ubicación de los puntos de medición y de la fuente fija.
3. Identificar la maquinaria y/o procesos potencialmente emisores de ruido.
4. Realizar medición y cálculos de valores sonoros registrados.
5. Elaborar el informe correspondiente.

En la etapa de operación los niveles presión sonora en la operación se medirán en al menos puntos estratégicos durante las distintas operaciones de carga de los buques, primero trimestralmente y posteriormente dos veces al año. Se recomienda que se coloque un punto de muestreo en la zona del restaurante Stanley's Bar, en el cerro frente

a la plataforma de carga del proyecto. La frecuencia y el número de monitoreos podrán revisarse posteriormente.

Estos monitoreos se refieren únicamente al ruido en el medio ambiente. El ruido desde el punto de vista laboral tendrá su propio programa de monitoreo.

VI.3.7. Programa de Monitoreo de Ruido en el Agua.

El objetivo del programa de monitoreo del ruido en el agua es verificar que la zona de exclusión definida para el proyecto de construcción de la terminal sea adecuada, una vez que los equipos de construcción empiecen a operar. Se realizará una campaña de medición al inicio de las obras y otra seis meses después.

Los niveles sonoros subacuáticos se medirán usando un hidrófono, siendo la metodología básica la que se describe a continuación, la cual puede modificarse en base a las características específicas de los equipos a utilizar.

El hidrófono se colocará aproximadamente a media agua, ubicándolo a una distancia de 10 m del pilote monitoreado. El sistema de medición puede incluir un acondicionador de señal que mantenga los altos niveles de sonido subacuáticos dentro del rango dinámico del analizador de señales. La salida del acondicionador de señal es recibida por un analizador de espectro de señal conectado a una computadora portátil.

Se registrarán la forma de onda del golpe al pilote golpea, junto con el número de golpes, la sobrepresión mínima y máxima, los valores máximos absolutos, y los niveles de sonido RMS, integrados sobre el 90% de la duración del pulso, para el análisis posterior de la señal. La calibración del sistema y del software se comprueba anualmente contra un estándar trazable.

La ubicación del hidrófono deberá permitir una línea de visión directa entre el equipo y el pilote, sin otras estructuras cerca. La distancia de la pila a la localización del hidrófono se medida usando un telémetro. En las profundidades superficiales e intermedias del agua el hidrófono fue atado a una cuerda de nylon con un peso de 2 a 3 kg. Los cables del cordón y del hidrófono se atan a una línea estática en la superficie a 10 metros del pilote.

VI.3.8. Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.

Actualmente GPO cuenta con un Programa de Manejo de Residuos Peligrosos, el cual se ampliará para incluir los residuos peligrosos generados por la terminal portuaria.

VI.3.9. Programa de Manejo de Residuos.

Actualmente GPO cuenta con un Programa de Manejo de Residuos, el cual se ampliará para incluir los residuos de la construcción y de tipo doméstico generados por la terminal portuaria.

VI.4. Acciones con la Comunidad.

Desde el punto de vista social, los impactos positivos son aplicables para todas las opciones de la terminal portuaria consideradas en la etapa de diseño del proyecto, por lo que GPO busca definir un Plan de Gestión Social que garantice la ampliación de dichos impactos y por tal motivo no serán riesgos considerados para su análisis.

Por otra parte, los impactos negativos en el entorno social serán analizados en función de su probabilidad de ocurrencia, severidad y detectabilidad para obtener así un Número Prioritario de Riesgo que permita identificar los componentes y factores que deberán ser atendidos de manera más inmediata. Las prioridades serán consensadas con las comunidades locales.

Tabla VI.6. Componentes y factores sociales sujetos de cambio por la construcción de la terminal portuaria.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS		CARACTERIZACIÓN DE IMPACTO	
Componente	Factor	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	TIPO DE IMPACTO
Población	Cambio en la población	N/A	N/A
	Distribución étnica y racial	N/A	N/A
	Reasentamientos	N/A	N/A
	Afluencia o salidas de trabajadores temporales	Economía indirecta derivada del flujo de población	+
Comunidad y Estructuras Institucionales	Asociaciones voluntarias	N/A	N/A
	Actividad de grupos de interés	(Re) Aparición de grupos de interés (legítimo o no) que participen con la comunidad para la atención de temáticas específicas (ambientales, económicas, productivas, etc.)	-
	Tamaño y estructura de gobierno local	N/A	N/A
	Experiencia histórica con el cambio	Asociación del muelle con la planta de amoniaco sin embargo la construcción del muelle no se encontraba dentro del alcance original del proyecto inicial de la planta	-
	Características de empleo/ingreso	Dinamización económica	+ / -
	Equidad de empleo de grupos vulnerables	Contratación de mano de obra local no calificada, empleo temporal, así como implementación de iniciativas de gestión social	+
	Vinculación local/regional/nacional	N/A	+
	Diversidad Industrial/comercial	Fomento de la industria de fertilizantes en la región	+
	Presencia de planeación y actividad de zona	Desarrollo de iniciativas de desarrollo social mediante alianzas estratégicas	+
Recursos Políticos y Sociales	Distribución de poder y autoridad	N/A	N/A
	Identificación de actores interesados (<i>stakeholders</i>)	Vinculación de actores interesados (<i>stakeholders</i>) para creación de sinergias en función de Planes de Gestión Social	+

Tabla VI.6. Componentes y factores sociales sujetos de cambio por la construcción de la terminal portuaria.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS		CARACTERIZACIÓN DE IMPACTO	
Componente	Factor	DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	TIPO DE IMPACTO
	Características y Capacidad de Liderazgo	Identificación de liderazgos locales a través de los cuales se facilite la implementación del Plan de Gestión Social del proyecto	+
Cambios Individuales y Familiares	Percepciones de riesgo, salud y seguridad	Establecimiento de condiciones para toma de decisiones previa, libre e informada	+
	Preocupaciones de desplazamiento/reubicación	N/A	N/A
	Confianza en instituciones políticas y sociales	Acercamiento de las comunidades con instituciones locales para desarrollo de iniciativas de gestión social	+
	Estabilidad residencial	Disminución de migración por falta de oportunidades en la región	+
	Poder adquisitivo	N/A	
	Actitud frente al proyecto	Percepción de falta de transparencia en comunicación.	-
	Redes familiares y de amistad	N/A	N/A
	Preocupaciones sobre el bienestar	N/A	N/A
Recursos Comunitarios	Cambios en la infraestructura comunitaria	N/A	N/A
	Pueblos indígenas	N/A	N/A
	Uso de suelo	N/A	N/A
	Patrimonio Cultural, Histórico y/o Arqueológico	N/A	N/A

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

VII.1. Construcción de Escenarios.

A partir de la información disponible se han desarrollado los escenarios que podrían presentarse con y sin el desarrollo del proyecto, así como como considerando el proyecto con y sin las medidas de mitigación propuestas, todo lo cual se presentan en la Tabla VII.1

El SAR ha sido objeto de modificaciones en su entorno, principalmente para los usos agrícola, acuícola e industrial; asimismo, se ha incrementado el tamaño de los asentamientos humanos, así como su ubicación y el desarrollo de actividades de sus pobladores, principalmente en Los Mochis y Topolobampo. Estas actividades han tenido como consecuencia el desmonte de la vegetación natural con la consecuente pérdida de ecosistemas, contaminación de los cuerpos de agua por el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento, presión por espacios de aprovechamiento por las pesquerías sobre las especies marinas, pérdida de infraestructura y patrimonio familiar por la influencia de ciclones (CODESIN, 2015).

En referencia al AI, otro factor que ha acelerado la modificación del entorno es el desarrollo del Puerto de Topolobampo con vocación industrial y comercial, que ha propiciado el desarrollo de infraestructura asociada (como las carreteras y el ferrocarril) y el crecimiento urbano, lo cual, ante la falta de aplicación de instrumentos legales y normativos ha generado afectaciones como la contaminación de playas, contaminación de manto freático, riesgos por la presencia de instalaciones petroquímicas, desarrollo de áreas habitacionales sobre cerros y la presencia en el ambiente de agentes dispersos por el aire caliente de la termoeléctrica, entre otros (IMPLAN AHOME, 2014).

Sin embargo, también hay áreas naturales tales como las playas, las zonas montañosas y los manglares, cuya protección es importante para que la región conserve sus atributos y continúe brindando servicios ambientales al ser humano.

Tabla VII.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la terminal portuaria.

Conceptos.	Escenario sin el Proyecto.	Escenario con el Proyecto, sin medidas de mitigación	Escenario con el Proyecto, con medidas de mitigación
Gestión ambiental	No se requiere un proyecto de gestión ambiental	El proyecto podría desarrollarse sin un proceso de gestión que incluya la supervisión ambiental y la aplicación de programas específicos para la protección del medio ambiente.	El proyecto se desarrollará con un área de supervisión ambiental que dé seguimiento a todas las actividades y medidas de mitigación propuestas en la MIA. Asimismo, se verificará la correcta aplicación de los programas específicos que integran el PSHMA de la empresa.
Emissiones a la atmósfera.	No habrá nuevas fuentes fijas de emisiones a la atmósfera en la zona del proyecto.	Habrá emisiones de los buques que atraquen en la terminal, pero sin buscar la integración de medidas para su control más allá de lo establecido en la normatividad.	Habrá emisiones de los buques que atraquen en la terminal, pero sin un aumento perceptible en las concentraciones en el aire en el sitio o en Topolobampo. Se promoverán acciones para que se reduzcan las emisiones.
Generación de ruido.	No habrá nuevas fuentes de ruido en la zona del proyecto.	Habrá emisiones de ruido del muelle de carga que podrían rebasar los límites establecidos por la normatividad, incluso más allá de los límites del predio del proyecto.	Habrá emisiones de ruido del muelle de carga pero dentro de los límites establecidos por la normatividad y sin rebasar los límites del predio del proyecto.
Descarga de aguas residuales.	No habrá nuevas descargas de agua residual a la Bahía de Ohuira.	No habrá nuevas descargas de agua residual.	No habrá nuevas descargas de agua residual.
Cambios en el área de dispersión de la pluma térmica y salina de la CFE y la planta de amoniaco.	No se modificará el área de dispersión de la descarga de aguas de enfriamiento a la Bahía de Ohuira.	Se modificará el área de dispersión de la descarga de aguas de enfriamiento a la Bahía de Ohuira por la presencia de las estructuras de la terminal, aunque de forma imperceptible.	Se modificará el área de dispersión de la descarga de aguas de enfriamiento a la Bahía de Ohuira por la presencia de las estructuras de la terminal, aunque de forma imperceptible. El proyecto incluirá el monitoreo del agua para verificar los resultados del modelo de dispersión.
Ingresos públicos por impuestos municipales, estatales y federales.	Se perderán los ingresos públicos potenciales.	Aumentará los ingresos públicos por los diferentes impuestos recaudados durante la operación de la terminal portuaria.	Aumentará los ingresos públicos por los diferentes impuestos recaudados durante la operación de la terminal portuaria.
Aumento en la oferta de empleo.	No habrá oferta de nuevos empleos en el sector portuario	Habrá oferta de nuevos empleos permanentes en el sector portuario.	Habrá oferta de nuevos empleos permanentes en el sector portuario, dando preferencia a los pobladores de Topolobampo, pero sin ejercer acciones discriminatorias contra algún sector de la población.

Tabla VII.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la terminal portuaria.

Conceptos.	Escenario sin el Proyecto.	Escenario con el Proyecto, sin medidas de mitigación	Escenario con el Proyecto, con medidas de mitigación
Aumento en los riesgos por la actividad industrial.	No habrá nuevos riesgos por la actividad industrial.	Considerando que el manejo de amoniaco ya no se realizará en el muelle de PEMEX, se puede considerar que no habrá riesgos nuevos por la actividad de la terminal de carga. Por el contrario, el manejo de amoniaco se hará a mayor distancia de Topolobampo que la terminal de PEMEX en operación.	Considerando que el manejo de amoniaco ya no se realizará en el muelle de PEMEX, se puede considerar que no habrá riesgos nuevos por la actividad de la terminal de carga. Por el contrario, el manejo de amoniaco se hará a mayor distancia de Topolobampo que la terminal de PEMEX en operación.
Restauración de ecosistemas	No habrá nuevas acciones de restauración de ecosistemas.	No habrá nuevas acciones de restauración de ecosistemas.	Habrán nuevas acciones de restauración de ecosistemas, tales como la propuesta para la zona del El Maviri, donde 253 ha de humedales podrían recuperar sus características naturales mediante realización de obras para la restauración de la circulación de agua.
Condicionantes para la planeación del desarrollo regional futuro.	No habrá condicionantes para la planeación del desarrollo regional futuro	La presencia del proyecto deberá tomarse en cuenta para planes futuros de desarrollo pero, este se encuentra en una zona que anteriormente ha sido considerada para el desarrollo industrial y representará una inversión ya aplicada y no una inversión potencial.	La presencia del proyecto deberá tomarse en cuenta para planes futuros de desarrollo pero, este se encuentra en una zona que anteriormente ha sido considerada para el desarrollo industrial y representará una inversión ya aplicada y no una inversión potencial.

Los principales centros de población en el SAR (Los Mochis y Topolobampo) no han presentado un comportamiento demográfico regular, aunque en el caso de Topolobampo ha tendido a la baja. En el caso de Los Mochis, se espera un crecimiento de baja densidad, fragmentado y disperso, lo cual hace necesario aprovechar los espacios al interior de la ciudad; mientras que en Topolobampo se pronostica un aumento en la densidad poblacional sin aumentar la superficie ocupada. En los demás poblados se espera un reacomodo de la población y que continúe el desarrollo de las actividades actuales. Ante este escenario, se hace indispensable la aplicación de instrumentos de planeación y jurídicos para lograr un desarrollo sustentable.

Por otra parte, se considera que el escenario considerando el desarrollo del proyecto portuario con y sin la aplicación de las medidas de mitigación no presenta diferencias significativas. Esto se debe a que desde el diseño del proyecto contempla la incorporación

de las mejores tecnologías y procesos para mitigar el impacto al medio ambiente. Sin embargo, si hay una diferencia importante atribuible a la inclusión de un área de supervisión ambiental que vigile que en todo momento se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación y los programas ambientales específicos que se han descrito en esta MIA.

VII.2. Conclusiones.

El proyecto propuesto se desarrollará en un área costera del municipio de Ahome, colindante con la ciudad de Topolobampo. En esta zona es necesario lograr un equilibrio entre la tendencia a establecer áreas de conservación en la región, la presión que ya ejercen las actividades humanas como la agricultura con uso de fertilizantes, así como las actividades industriales y portuarias. Todo esto hace necesario que cualquier actividad adicional que se realice en la zona garantice que no se provocarán daños a los elementos y la función de los ecosistemas existentes en la zona.

Para entender el sitio se definió un Sistema Ambiental Regional (SAR) que abarca no sólo el cuerpo lagunar donde se establecerán las áreas operativas de la terminal portuaria, sino que también incluye a los principales núcleos urbanos cercanos, los elementos considerados en el estudio hidrológico (desarrollado como parte de la numeración numérica del sistema), terrenos inundables y zonas agrícolas. En este sentido el efecto del SAR sobre el sistema lagunar es mayor que el que tiene el proyecto sobre el SAR, excepto en los aspectos socioeconómicos, lo cuales se verán beneficiados por el proyecto.

De acuerdo con los estudios de riesgo que acompañan este documento, la terminal portuaria GPO en la Bahía de Ohuira, Sinaloa, se considera una actividad de Alto Riesgo por la cantidad de amoniaco anhidro que se maneja, sin embargo, debido a todos los sistemas y dispositivos de seguridad y a los programas de capacitación y simulacros, se puede considerar como una **Empresa Segura** siempre y cuando mantengan los equipos en óptimas condiciones y se dé seguimiento a los programas de seguridad y mantenimiento. Los riesgos generados a los componentes del medio ambiente, daño al

personal, daño a la población, pérdida de producción y daños a la instalación, fueron considerados la mayoría de los riesgos como riesgos aceptables.

La aceptabilidad y en su caso la reducción de los posibles riesgos analizados dependerá de la utilización de tecnología de punta e instalaciones de primer nivel, la estricta aplicación de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de toda las instalaciones y equipos de la terminal (incluyendo el amonioducto, el muelle de carga y la operación de las garzas), con la finalidad de garantizar una eficiente etapa operativa así como de los sistemas de seguridad a implementar en todas y cada una de las áreas de las instalaciones.

También se considera que el proyecto de construcción de la terminal portuaria no representa una fuente de impactos ambientales significativos ya que desde su diseño ha tomado en cuenta la normatividad nacional y las Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad del IFC, así como las restricciones legales aplicables. Como una medida de compensación se incluye la restauración de áreas con manglar ubicadas en la región. Las principales conclusiones son las siguientes:

- El sitio del proyecto forma parte de una laguna somera de gran extensión, en cuyos alrededores han ocurrido grandes transformaciones. El terraplén por donde actualmente corre el ferrocarril y posteriormente la carretera Los Mochis-Topolobampo interrumpieron la continuidad de los flujos de agua y de transporte de sedimentos hacia la laguna.
- En términos generales, los impactos generados en la etapa de construcción por este proyecto son adversos no significativos y temporales con medidas de mitigación. Todos los impactos ambientales identificados serán atendidos por alguna de las medidas de mitigación establecidas para el proyecto.
- En la etapa de operación el tipo de carga que se maneja no representa riesgos de contaminación del agua. La época de operación de la terminal (de mayo a agosto) no interfiere con la época de pesca de camarón en la laguna (aproximadamente de septiembre a marzo), ni con los grandes movimientos de aves migratorias.

- El ruido de la construcción, aunque intenso, no alcanza niveles que puedan ocasionar daños a los mamíferos marinos ni las tortugas marinas (ambos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010) que se encuentran en la laguna. El uso de una zona de exclusión donde la presencia de estos organismos implica la suspensión de los trabajos hasta que se alejen garantiza que no serán afectados.
- El ruido de la construcción detonará comportamientos de evasión en organismos neotónicos, por lo que el área inmediata a los trabajos de construcción reducirá temporalmente su productividad para la pesca, pero sin afectar el resto de la laguna.
- Por ser terrenos bajos en la zona costera, se ha desarrollado un matorral con *Avicennia germinans* sobre los bordos que rodean los terrenos de GPO, donde se establecerá el patio de colados y donde se construirá la porción terrestre del amonioducto. Esta especie de mangle es la que ha logrado desarrollarse ahí tanto por su tolerancia a la alta salinidad del suelo como por su resistencia a los periodos de desecación del terreno durante parte del año. La construcción del proyecto no afectará estas áreas, aun cuando se encuentra a menos de 100 m.
- Como medida de compensación por estar a menos de 100 m del mangle se ha propuesto restaurar un área natural acordada previamente con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Esta medida se propone dado que no es posible una distancia mayor entre la infraestructura y la franja con mangle en el borde de la Bahía de Ohuira (especificaciones 4.14 y 4.16). A largo plazo esto contribuirá a incrementar la calidad ambiental del sitio.

El sitio del proyecto, en su porción terrestre (por donde pasa el amonioducto) es un relleno artificial que se encuentra desprovisto de vegetación y sin fauna residente, por lo que no contribuye a la productividad natural del sistema y no hay un intercambio de materia o energía que le otorgue un papel relevante para el ecosistema regional. A un lado de este sitio, sobre la línea de costa, existe un pequeño estero con manglar que depende directamente de la Bahía de Ohuira. Este cuerpo de manglar no será alterado de ninguna manera por el proyecto.

- El proyecto no afecta flujos hidrológicos a manglares debido a que se desarrolla en una zona que, por la presencia del terraplén del ferrocarril y otra infraestructura, ha sido aislada de las áreas de inundación que dominan la región.
- El proyecto no afecta la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema, ya que el mangle en el sitio no se desarrolla en condiciones naturales y está sujeto a largos periodos de desecación.
- Su ubicación respecto al límite de inundación provoca que no se encuentren ahí zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies acuáticas.
- La vegetación subacuática en las áreas de dragado está formada por especies que se desarrollan de forma rápida y renuevan su cobertura en poco tiempo.

A. Áreas con valor ecológico. En relación con las áreas que, por su valor ecológico, en un marco de referencia local y regional, se considera importante señalar lo siguiente:

- El valor ecológico del predio adyacente a las instalaciones de GPO donde inicia la pasarela está relativamente limitado por una combinación de alta salinidad de los suelos (que excluye a especies de flora terrestre) y los largos periodos de desecación del predio (que excluye a especies que soportan la salinidad, pero requieren de alta humedad). Dicha área no será afectada por las obras.

Esto factores determinan que el terreno se encuentre desprovisto de vegetación y por lo tanto no ofrezca un hábitat adecuado para ninguna especie terrestre de la región. Sin embargo, cuando el predio se inunda, sirve como área de descanso para una gran variedad de aves que podrán ser alteradas de forma temporal por el ruido de la construcción, particularmente el del hincado de los pilotes.

B. Áreas protegidas por instrumentos legales. Al analizar las áreas que ocupará el proyecto en relación con los instrumentos legales vigentes, se encontró que:

- En la actualidad, no hay algún decreto de ninguno de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal o federal) que pudiese provocar un conflicto con la construcción y operación de la terminal portuaria.

C. Áreas reguladas por instrumentos de planeación. Respecto a la definición de las áreas ocupadas por la infraestructura de la terminal portuaria que están sujeta a los criterios de desarrollo de algún instrumento de planeación vigente se tiene que:

- En la actualidad no hay ningún instrumento de planeación vigente de carácter municipal o estatal que regule o limite el desarrollo de la zona. No obstante, el proyecto ha tomado en cuenta las tendencias de desarrollo de la zona, mismas que han sido consideradas en la planeación de la región.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Formatos de Presentación.

VIII.1.1. Fotografías.

En el cuerpo del documento se incluye la memoria fotográfica del sitio del proyecto.

VIII.1.2. Videos.

En el presente estudio se incluyen los 44 videos obtenidos mediante la modelación numérica del sistema con y sin el proyecto de la terminal portuaria a partir de los cuales se determinó que no habrá una modificación en la circulación de la laguna, ni en la forma en que se dispersa el agua de las descargas de la CFE y la planta de amoniaco. Los videos incluidos se enlistan en la Tabla VIII.1:

Tabla VIII.1. videos

Archivo
SALINIDAD Y TEMPERATURA EN CONDICIONES ACTUALES
ESCENARIO 1 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 1 SALINIDAD N.M.M.mp4
ESCENARIO 1 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 1 TEMPERATURA N.M.M.mp4
ESCENARIO 2 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 2 SALINIDAD N.M.M.mp4
ESCENARIO 2 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 2 TEMPERATURA N.M.M.mp4
ESCENARIO 3 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 3 SALINIDAD N.M.M.mp4
ESCENARIO 3 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 3 TEMPERATURA N.M.M.mp4
ESCENARIO 4 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 4 SALINIDAD N.M.M.mp4
ESCENARIO 4 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M.mp4
ESCENARIO 4 TEMPERATURA N.M.M.mp4
HIDRODINÁMICA EN CONDICIONES ACTUALES
ESCENARIO 1 HIDRODINÁMICA N.M.M.mp4
ESCENARIO 2 HIDRODINÁMICA N.M.M.mp4
ESCENARIO 3 HIDRODINÁMICA N.M.M.mp4
ESCENARIO 4 HIDRODINÁMICA N.M.M.mp4
SALINIDAD Y TEMPERATURA CON PROYECTO
ESCENARIO 1 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4

Tabla VIII.1. vídeos

Archivo
ESCENARIO 1 SALINIDAD N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 1 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 1 TEMPERATURA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 SALINIDAD N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 TEMPERATURA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 SALINIDAD N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 TEMPERATURA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 SALINIDAD [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 SALINIDAD N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 TEMPERATURA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 TEMPERATURA N.M.M CON PROYECTO.mp4
HIDRODINÁMICA CON PROYECTO
ESCENARIO 1 HIDRODINÁMICA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 1 HIDRODINÁMICA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 HIDRODINÁMICA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 2 HIDRODINÁMICA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 HIDRODINÁMICA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 3 HIDRODINÁMICA N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 HIDRODINÁMICA [LOCAL] N.M.M CON PROYECTO.mp4
ESCENARIO 4 HIDRODINÁMICA N.M.M CON PROYECTO.mp4

VIII.1.3. Planos del Proyecto.

En el Anexo J se incluyen los siguientes planos del proyecto:

Tabla VIII.2. Planos del proyecto.

DOCUMENTO	TITULO
2063-00-A010-D721S-00A.pdf	Visión de conjunto de muelle-plataforma de garza-toma de agua opción C5
2063-00-A010-D722S-00A.pdf	Terminal de GPO-carga de urea vista general-opción C5
2063-00-A010-D723S-00A.pdf	Línea de carga opción C5
2063-00-A010-D724S-00A.pdf	Propuesto-plano de líneas de carga-opción C5
2063-00-A010-D725S-00A.pdf	Plano de seguridad y salud terminal de GPO-opción C5
APTB-DIM-PG-01.pdf	Dimensionamiento y emplazamiento
APTB-P-CONJUNTO.pdf	Planta de conjunto
APTB-RE-P-01_Planta y Cortes.pdf	Planta de remolcadores-dimensiones generales-planta y corte
APTB-SM-PG-01.pdf	Señalamiento marítimo
2063-00-A001-D962-S-04A.pdf	Visión de conjunto de muelle plataforma de garza toma de agua.
2063-00-A010-D712S-00A.pdf	Plano de seguridad y salud.
2063-00-P001-D113S-00A.pdf	Detalles del sistema de protección contra incendio monitor elevado en muelle.
2063-00-P001-D121S-00A.pdf	Sistema de distribución del agua contra incendio.
2063-00-T004-D901-A001.pdf	Diagrama de flujo del amoniaco.
2063-00-T004-D906-01A.pdf	Distribución de agua.

VIII.2. Otros Anexos.

Junto con el presente documento se incluyen los anexos descritos en el texto, los cuales consisten de lo siguiente:

Anexo A. Acta Constitutiva de la empresa.

Anexo B. Poder del Representante legal.

Anexo C. Hoja de Datos de Seguridad del Amoniaco.

Anexo D. Hoja de Datos de Seguridad de la Urea.

Anexo E. CIBNOR: Informe de Resultados: Caracterización puntual de la comunidad planctónica, bentónica y nectónica así como propiedades fisicoquímicas de las masas de agua y sedimentos marinos en Bahía de Ohuira, Ahome, Sinaloa, México.

Anexo F. CIBNOR: Anexos del Informe de Resultados.

Anexo G. Muestreo de flora en el SAR.

Anexo H. Listados de Especies de Fauna.

Anexo I. Acciones Complementarias para el Plan de Respuesta ante Emergencias.

Anexo J. Planos del Proyecto.

Anexo K. Informe del Estudio Numérico del Proyecto: Terminal Portuaria GPO.

Anexo L. Anexo del Proceso de Vinculación Comunitaria.

Anexo M. Plan de Acción de Biodiversidad de GPO.

VIII.3. Glosario.

A continuación se definen los términos técnicos que se utilizan en la Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción de la Terminal Portuaria GPO en la Bahía de Ohuira, municipio de Ahome, Sinaloa. Los asteriscos señalan las definiciones que provienen de la legislación mexicana.

- **Basura.** Residuos domésticos, de comida y operacionales (excluyendo pescado fresco y sus partes, drenaje y aguas residuales) generadas durante las operaciones normales y que pueden producirse de manera continua.
- **bar a.** La presión absoluta en bar (bar a, barA, barabs) es la presión manométrica (bar o barG) más la presión atmosférica.
- **Batimetría.** Medida de la profundidad en los cuerpos de agua y estudio topográfico de su piso.
- **Buque tanque.** Nombre generalizado para designar embarcaciones que transportan petróleo o sus derivados, aunque en la actualidad también se designa como buque tanque al que transporta líquidos a granel. En cuanto a su plural, la Real Academia Española de la Lengua recomienda que cuando la palabra se escriba separada se pluralice como buques tanque, cuando la palabra se escriba junta se pluralice buquetanques.
- **Calado.** Distancia vertical medida entre el nivel del agua y el borde inferior de la quilla. Generalmente el calado en la popa es mayor que en la proa. El calado de popa es el que se define como calado de la embarcación.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico. *

- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso. *
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema. *
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Desmonte.** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.
- **Duración.** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Impacto ambiental acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. *
- **Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. *
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales. *
- **Impacto ambiental sinérgico.** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. *
- **Impacto ambiental.** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

- **Irreversible.** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Magnitud.** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. *
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. *
- **Naturaleza del impacto.** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Reversibilidad.** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sistema ambiental.** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

VIII.4. Bibliografía.

Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray y E. Sala. 2008. *Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields*. PNAS 30(15):10456-10459.

Aguilar R., R. y J. López R. 1985. *Halodule wrightii* Aschers (*Potamogetonales: Cymodoceae*) en la bahía Topolobampo, Sinaloa, México. Cien. Mar. 11(2): 87-91.

Appl, Max. 1999. *Ammonia, Principles and Industrial Practice*. Wiley VCH, primera edición. Weinheim, Alemania.

Arizmendi, Ma. del Coro (Ed.) y Laura Márquez-Valdemar (Ed.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arreguín-Sánchez, F. y E. Arcos Huitrón. 2011. *La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas*. Hidrobiológica 21(3): 431-462.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. *Regiones Hidrológicas Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa (escala 1:4,000,000)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga Cabrera, L.; Ella Vázquez-Domínguez; Jaime González-Cano; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y Verónica Aguilar Sierra (coords). 1998a. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Ayala Rodríguez, Germán Arón. 2008. *Grupos Funcionales del Fitoplancton y Estado Trófico del Sistema Lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María*. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. México.

Balart, E. F., Castro A., J. L. y R. Torres O. B., 1992. *Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo, y Santa María, Sinaloa, México*. Invest. Mar. CICIMAR 7 (2): 91-103.

Casas-Andreu, G., & Gómez-Aguirre, S. (1980). *Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de Lepidochelys olivacea y Chelonia mydas agassizi (Reptilia, Cheloniidae) en el Pacífico Mexicano*. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(2), 87-89.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2009. *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México D.F.

De Silava-Dávila, R., Avendaño-Ibarra, R., Palomares-García, R., Zavala-Norzagaray, A., Vázquez-López, G., 2005. *Distribución espacio-temporal del zooplancton del sistema Lagunar Topolobampo, Sinaloa*. Informe Técnico Final de Investigación, Instituto Politécnico Nacional.

Díaz Gaxiola, Jesús Manuel. 2012. *Macroinvertebrados Asociados a Manglar como Indicadores del Impacto en el Hábitat de Las Bahías de Ohuira y Topolobampo, Sinaloa, México*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Indígena de México. México.

Escobedo-Urías, D., 1997. *Hidrología, nutrientes e influencia de las aguas residuales en la Laguna de Santa María, Sinaloa*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 87 p.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

Gutiérrez-Barreras, A. 1999. *Ictiofauna de fondos blandos de la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, México*. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR. 108 p.

Hernández-Real, M.T. y A. Fierro M. 1994. *Evaluación preliminar de contaminación por plaguicidas en el Norte de Sinaloa*. Mem. V Congreso AIMAC. 24-27 de Abril de 1994.

Hernández-Real, M.T., D. Escobedo-Urías y A. Fierro-Martínez, 1994. *Estado de la Contaminación Marina de las bahías de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa*. Investigaciones Científicas de las bahías de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa. Secretaría de Marina-Armada de México. DIGONAV. EIPOC. Editores. pp. 5-

Hernández-Real, M.T., D. Escobedo y M. Grajeda. 1995. *Water quality at the lagoon complex of Topolobampo, Sinaloa, México*. Resum. First International Meeting of Microbial Ecology. 8-12 Mayo de 1995. CINVESTAV-IPN. México, D.F.

Hernández-Real, M.T. y D. Escobedo-Urías, 1996. *Calidad del agua del sistema lagunar de Topolobampo, Sinaloa. Período 1987-1995*. Informe Técnico. S.M. DIGONAV, EIOPC. 22 p.

Hernández R, M.T. y J. Juárez A. 1988. *Inventario de algunas especies de la flora y fauna bentónicas en las bahías de Topolobampo, Sinaloa, México*. Dirección General de Oceanografía Naval. Estación de Investigación Oceanográfica de Topolobampo.

Hirsch, Nina D; DiSalvo, Louis H.; Peddicord, Richard. 1978. *Effects of Dredging and Disposal on Aquatic Organisms*. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MISS. EE.UU.AA.

INEGI, 2011. *Censo de Población y Vivienda 2010; Principales resultados por localidad (ITER)*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 2010. *Censo General de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 2015. *Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

International Finance Corporation, 2007. *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados*. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, Grupo del Banco Mundial.

Kennish, Michael J., Benjamin Fertig, y Gregg P. Sakowicz. 2011. *Benthic Macroalgal Blooms as an Indicator of System Eutrophication in the Barnegat Bay–Little Egg Harbor Estuary*. Bull. N.J. Acad. Sci., 56(1), pp. 1–5. © 2011, by the New Jersey Academy of Science Institute of Marine and Coastal Sciences, Rutgers University, New Brunswick, NJ.

Lankford, R. R. 1977. *Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification*. pp. 182-215. En: M. Wiley (ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press. New York.

Lecuanda, R., 1967. *Ecología y sedimentación de los manglares en las lagunas de Topolobampo, Sinaloa, México*. Resultados preliminares. III Congreso Nacional de Oceanografía.

Meraz Sánchez, Ricardo; Arturo Ruiz-Luna y Juan Madrid-Vera. *Modelación espacial de la pesca industrial de camarón en el sureste del Golfo de California, utilizando SIG*.

Muhech, H. E., 1990. *Distribución granulométrica y contenido de carbón orgánico en sedimentos de la bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México*. SEC. MAR. DIGONAV/EIOPC.

Muhech, H. E. y J. Orozco, 1994. *Coliformes totales y fecales en sedimentos del sistema lagunar Topolobampo y su relación con la distribución sedimentaria y el carbono orgánico*. Res. V Simp. AIMAC. 24-27 Abril de 1994. La Paz, B.C.S.

Núñez-Moreno, A., 1991. *Variación temporal del zooplancton en el sistema lagunar de Santa María-Topolobampo-Ohuira, Sinaloa, México*. S.M. EIOT. 22 p.

Obeso-Nieblas, M., A. R. Jimenez I., y D. Escobedo U., 1995. *Mediciones de corriente en las bahía de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa, México*. Res. VI Congr. Latinoamer. de Ciencias del Mar. 535.

Ochoa-Izaguirre, M.J., Aguilar Rosas, R. y Aguilar Rosas, L.E. 2007. *Cátalogo de Macroalgas de las lagunas costeras de Sinaloa*. Serie de Lagunas Costeras de Sinaloa. 304 p.

Páez Osuna, F., Ramírez Reséndiz, G., Ruiz Fernández, A.C. y Soto Jiménez, M.F. 2007. *La contaminación por nitrógeno y fósforo en Sinaloa: Flujos, Fuentes, Efectos y opciones de manejo*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Lagunas Costeras de Sinaloa. 304 p.

Pequegnat, W. E., D. D. Smith, R. M. Darnell, B. J. Presley, y R. O. Reid: *An assessment of the potential impact of dredged material disposal in the open ocean*. Technical Report D-78-2, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. NTIS No. AD-A053 183 (1978).

Phleger, F. A. y A. Ayala-Castañares, 1969. *Marine Geology of Topolobampo lagoons, Sinaloa, México*. en: *Lagunas Costeras, Un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO pp. 101-136.

Product Stewardship. 2013. *Guidance for Inspection of and Leak Detection in Liquid Ammonia Pipelines*. Fertilizers Europe. Publicación 2008, Edición 2013. Unión Europea.

SAGARPA. 2013. *Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018*. Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre del 2013. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2015. *Prontuario del Servicio de Transporte Marítimo Regular entre México y el Mundo 2014*.

SEMARNAT. 2003. *Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y*

restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial del 10 de abril de 2003. México.

SEMARNAT. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*.

S.R.H., 1971. *Informe sobre el estudio de la influencia de los pesticidas sobre las condiciones ecológicas de la Bahía de Topolobampo*. EI-71-52/22-14.

Teichberg, Mirta, Sophia E Fox, Ylva S Olsen, Ivan Valiela, Paulina Martinetto, Oscar Iribarne, Elizabeti Yuriko Muto, Monica A V Petti, Thaïs N Corbisier, Martín Soto-Jiménez, Federico Páez-Osuna, Paula Castro, Helena Freitas, Andreina Zitelli, Massimo Cardinaletti, and Davide Tagliapietra. 2010. *Eutrophication and macroalgal blooms in temperate and tropical coastal waters: nutrient enrichment experiments with Ulva spp.* Glob Chang Biol. 2010 Sep; 16(9): 2624–2637.

Tussenbroek, B. I., M. G. Barba-Santos, J. Wong G.R., J. K. van Dijk y M. Waycott. 2010. *A guide to the tropical seagrasses of the western Atlantic*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Uribe G. 2013. *Análisis Comparativo de las zonas de alimentación y dieta de Tortuga Verde (Chelonia Mydas): Caso de Estudio Tasa Metabólica Basal en Bahía Magdalena B.C.S. México*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur área de conocimiento de Ciencias del mar departamento académico de Biología marina. La Paz B.C.S. 1-3.

Valencia, J. L. P., Molina, A. G. V., & Avalos, C. D. (2008). *Estimación poblacional de toninas Tursiops truncatus, en la Bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa, México en verano y otoño de 1995 al 2001*. Revista de zoología, (19), 15-21.

Valiela, Ivan; James McClelland, Jennifer Hauxwell, Peter J. Behr, Douglas Hersh, y Kenneth Foreman. 1997. *Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences*. Boston University Marine Program, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Massachusetts 02543

Verdi-Lara, A., J.C. Faustch, J. Luna, J. Juárez y H. Wogau, 1982. *Estudio preliminar de las condiciones hidrológicas de la Bahía Topolobampo, Sinaloa*. S.M. EIOT.01-82. 40 p.

Zhang S, Zhou Q, Xu D, Lin J, Cheng S, Wu Z. 2010. *Effects of sediment dredging on water quality and zooplankton community structure in a shallow of eutrophic lake*. J Environ Sci (China). 2010;22(2):218-24.

ANEXOS

Para conocer los anexos del presente estudio haga clic en esta [liga](#)*