

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

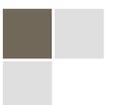
MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO:

MUELLE ALDORA COZUMEL

PROMOVENTE:

INVERSIONES COZUMEL
ALDORA, S.A. DE C.V.



ÍNDICE

I	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-1
I.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	I-1
I.1.1	<i>Nombre del proyecto.....</i>	<i>I-1</i>
I.1.2	<i>Ubicación del proyecto.....</i>	<i>I-1</i>
I.1.3	<i>Antecedentes del proyecto.....</i>	<i>I-3</i>
I.1.4	<i>Tiempo de vida útil del proyecto.....</i>	<i>I-4</i>
I.1.5	<i>Presentación de la documentación legal</i>	<i>I-5</i>
I.2	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	I-5
I.2.1	<i>Nombre o razón social.....</i>	<i>I-5</i>
I.2.2	<i>Registro Federal de Contribuyentes del promovente</i>	<i>I-5</i>
I.2.3	<i>Nombre y cargo del representante legal.....</i>	<i>I-5</i>
I.2.4	<i>Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones</i>	<i>I-6</i>
I.3	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	I-6
I.3.1	<i>Nombre del responsable técnico del estudio.....</i>	<i>I-6</i>
I.3.2	<i>Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....</i>	<i>I-6</i>
I.3.3	<i>Dirección del responsable técnico del estudio.....</i>	<i>I-6</i>
II	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	II-1
II.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	II-1
II.1.1	<i>Naturaleza del proyecto.....</i>	<i>II-1</i>
II.1.2	<i>Objetivo del proyecto</i>	<i>II-2</i>
II.1.3	<i>Selección del sitio.....</i>	<i>II-3</i>
II.1.4	<i>Ubicación y dimensiones del proyecto.....</i>	<i>II-3</i>
II.1.5	<i>Inversión requerida</i>	<i>II-6</i>
II.1.6	<i>Dimensiones del proyecto</i>	<i>II-7</i>
II.1.7	<i>Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....</i>	<i>II-11</i>
II.1.8	<i>Urbanización del área y descripción de servicios requeridos</i>	<i>II-11</i>
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	II-12
II.2.1	<i>Características del muelle a construir.....</i>	<i>II-12</i>
II.2.2	<i>Programa general de trabajo</i>	<i>II-13</i>
II.2.3	<i>Preparación del sitio.....</i>	<i>II-14</i>
II.2.4	<i>Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....</i>	<i>II-20</i>
II.2.5	<i>Personal y material requerido</i>	<i>II-21</i>
II.2.6	<i>Etapa de construcción.....</i>	<i>II-23</i>
II.2.7	<i>Etapa de operación y mantenimiento.....</i>	<i>II-33</i>
II.2.8	<i>Descripción de obras asociadas al proyecto.....</i>	<i>II-34</i>
II.2.9	<i>Etapa de abandono del sitio.....</i>	<i>II-34</i>
II.2.10	<i>Utilización de explosivos.....</i>	<i>II-34</i>
II.2.11	<i>Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....</i>	<i>II-34</i>
II.2.12	<i>Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos</i>	<i>II-36</i>
III	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	III-1

III.1	ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES	III-1
III.1.1	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</i>	III-1
III.1.2	<i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</i>	III-3
III.1.3	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>	III-5
III.1.4	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>	III-7
III.1.5	<i>Ley General de Vida Silvestre</i>	III-12
III.1.6	<i>Ley General de Bienes Nacionales</i>	III-13
III.1.7	<i>Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar</i>	III-13
III.1.8	<i>Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas</i>	III-14
III.2	PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)	III-15
III.2.1	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)</i>	III-15
III.2.2	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)</i>	III-24
III.2.3	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel</i>	III-96
III.3	DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	III-113
III.3.1	<i>Áreas naturales protegidas</i>	III-113
III.3.2	<i>Regiones prioritarias</i>	III-116
III.4	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	III-122
III.4.1	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996</i>	III-122
III.4.2	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003</i>	III-122
III.4.3	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005</i>	III-124
III.4.4	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010</i>	III-124
III.4.5	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011</i>	III-125
III.5	PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)	III-132
IV	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	IV-1
IV.1	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	IV-1
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	IV-5
IV.2.1	<i>Aspectos abióticos</i>	IV-5
IV.2.2	<i>Aspectos bióticos</i>	IV-40
IV.2.3	<i>Paisaje</i>	IV-82
IV.2.4	<i>Medio Socioeconómico</i>	IV-88
IV.2.5	<i>Diagnóstico ambiental</i>	IV-89
V	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	V-1
V.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	V-1
V.1.1	<i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales</i>	V-1
V.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	V-15
V.2.1	<i>Caracterización de los impactos por etapas del proyecto</i>	V-15
V.3	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	V-34
V.4	CONCLUSIONES	V-40
VI	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	VI-1

VI.1	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	VI-1
VI.1.1	<i>Medida: Afinación y Mantenimiento Preventivo de maquinaria y equipo</i>	<i>VI-3</i>
VI.1.2	<i>Medida: Manejo adecuado de residuos.....</i>	<i>VI-5</i>
VI.1.3	<i>Medida: Colocación de malla geotextil para la contención de partículas suspendidas</i>	<i>VI-10</i>
VI.1.4	<i>Medida: Programa de rescate y reubicación de fauna marina</i>	<i>VI-13</i>
VI.1.5	<i>Medida: Señalización</i>	<i>VI-14</i>
VI.1.6	<i>Medida: Capacitación</i>	<i>VI-15</i>
VI.1.7	<i>Medida: Uso de letrinas portátiles.....</i>	<i>VI-16</i>
VI.1.8	<i>Medida: Programa de rescate y reubicación de pastos marinos</i>	<i>VI-17</i>
VI.2	IMPACTOS RESIDUALES	VI-18
VI.3	INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....	VI-18
VII	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	VII-1
VII.1	MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS (MCD).....	VII-2
VII.2	ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO (K-SIM).....	VII-5
VII.3	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO	VII-6
VII.3.1	<i>Escenario sin proyecto obtenido con la metodología de MCD.....</i>	<i>VII-8</i>
VII.4	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO	VII-9
VII.4.1	<i>Escenario con proyecto obtenido con la metodología de MCD.....</i>	<i>VII-11</i>
VII.4.2	<i>Escenario con proyecto obtenido con la metodología de impacto cruzado.</i>	<i>VII-13</i>
VII.5	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VII-13
VII.5.1	<i>Escenario con proyecto obtenido con la metodología de impacto cruzado.</i>	<i>VII-16</i>
VII.6	PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	VII-18
VII.6.1	<i>Parámetros de entrada</i>	<i>VII-18</i>
VII.6.2	<i>Calibración del modelo.....</i>	<i>VII-21</i>
VII.7	PROYECCIÓN ANUAL ACTUAL VS PROYECTO	VII-23
VII.7.1	<i>Corriente.....</i>	<i>VII-23</i>
VII.7.2	<i>Oleaje</i>	<i>VII-25</i>
VII.7.3	<i>Sedimentos</i>	<i>VII-26</i>
VII.7.4	<i>Ola de diseño de estructuras</i>	<i>VII-27</i>
VII.7.5	<i>Cambio climático</i>	<i>VII-27</i>
VII.7.6	<i>Proyección para el 2100.....</i>	<i>VII-28</i>
VII.8	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	VII-29
VII.9	SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).....	VII-33
VII.10	CONCLUSIONES.....	VII-38
VIII	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	VIII-1
VIII.1	PLANOS DEFINITIVOS	VIII-1
VIII.2	FOTOGRAFÍAS	VIII-1
VIII.3	VIDEOS.....	VIII-1
VIII.4	LISTA DE FLORA Y FAUNA.....	VIII-1
VIII.5	OTROS ANEXOS	VIII-1
VIII.6	MEMORIAS	VIII-1
VIII.6.1	<i>METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO.....</i>	<i>VIII-1</i>

VIII.6.2	<i>Metodología propuesta</i>	VIII-2
VIII.6.3	<i>Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos</i>	VIII-3
VIII.6.4	<i>Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos</i>	VIII-4
VIII.6.5	<i>Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales</i>	VIII-6
VIII.6.6	<i>Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales</i>	VIII-11
VIII.6.7	<i>Valoración cuantitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados</i>	VIII-12
VIII.7	GLOSARIO	VIII-21
IX	BIBLIOGRAFÍA	IX-1

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

Muelle Aldora Cozumel

I.1.2 Ubicación del proyecto

Zona Federal Marítimo Terrestre y área marina adyacente, colindantes con Av. Rafael Melgar, entre Calle Dr. Adolfo R. Salas y Calle 3, Isla de Cozumel, Municipio de Cozumel, Quintana Roo. En la **Figura I:1** se presenta el mapa de ubicación del muelle a construir.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

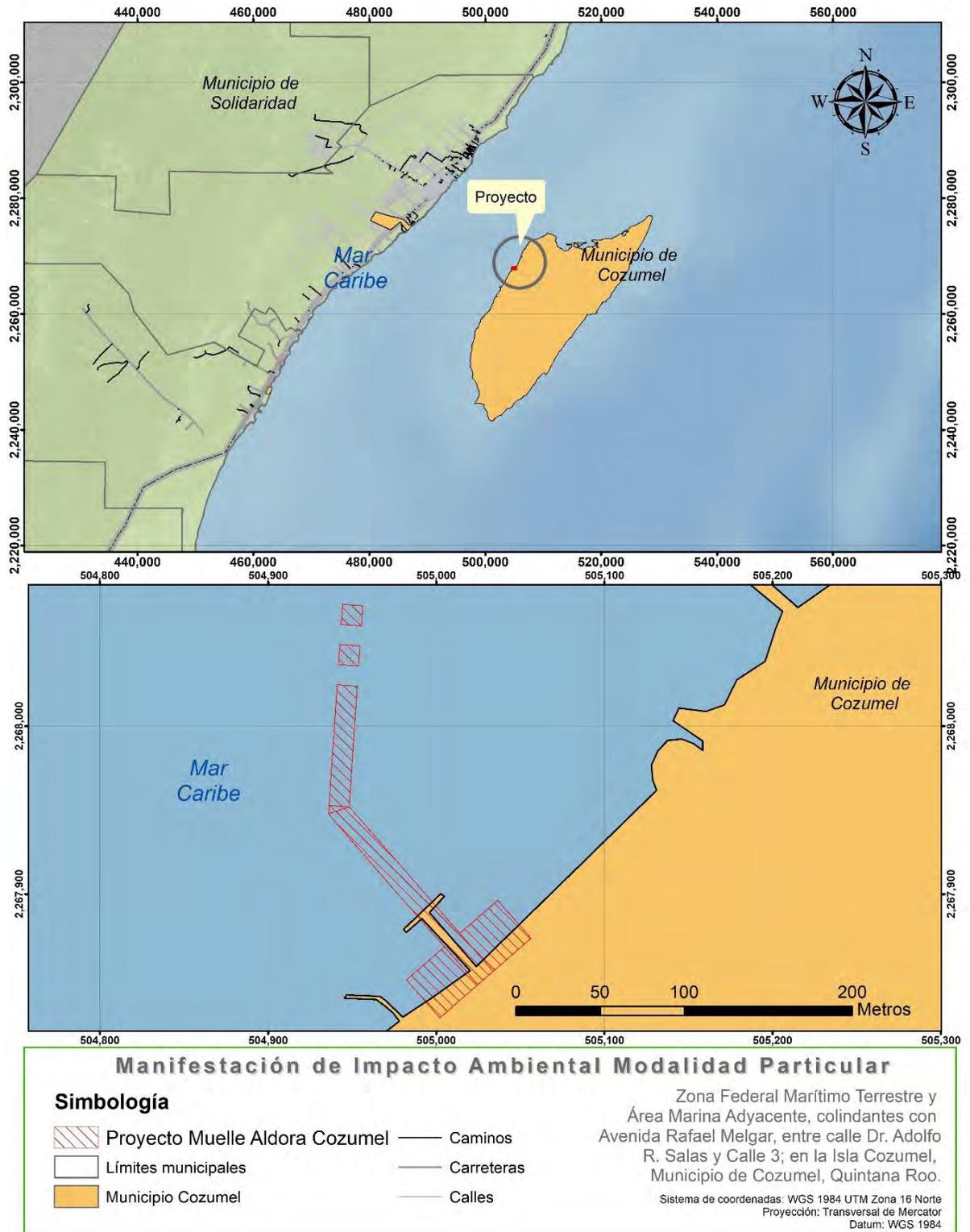


Figura I:1. Ubicación del proyecto Muelle Aldora Cozumel

I.1.3 Antecedentes del proyecto

En el sitio del proyecto se encuentra una estructura en forma de “T” que fue autorizada por primera vez en materia de impacto ambiental mediante el oficio número SMA/562/1997 2896 de fecha 21 de octubre de 1997, a favor de la empresa Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V., para el proyecto denominado “Muelle T para Embarcadero”, con base en la presentación de un informe preventivo, al que se le asignó la clave de proyecto 23QR97T049-IP. Esta autorización se emitió con una vigencia de 6 meses para la construcción y 10 años para la operación. Este proyecto consistió en la construcción de un muelle de 44.10 m de longitud por 2.80 m de ancho y una terminación en T de 23.0 m, ubicado frente a la Avenida Rafael E. Melgar entre la desembocadura de las calles Adolfo R. Salas y la calle No. 3 de la costa oeste de Isla Cozumel.

El 8 de julio de 2004, la promovente presentó el escrito sin número, de fecha 30 de junio de 2004, a través del cual solicitó la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto “Ampliación del muelle denominado Del Capitán”, el cual quedó registrado con clave 23QR2004T0024, el cual fue autorizado de manera condicionada mediante el oficio número S.G.P.A./DGIRA.DEI.2673.04 del 20 de octubre de 2004, a favor de la promovente. El 28 de agosto de 2006 la DGIRA informó a la promovente, mediante el oficio número S.G.P.A./DGIRA.DEI.1668.08, que el día 30 de agosto de 2005, expiró el plazo de vigencia de la autorización en comento.

El 3 de septiembre de 2007, se ingresó el escrito sin número de fecha 10 de julio de presente año, mediante el cual se presentó la MIA-P del proyecto “Ampliación del Muelle Denominado Del Capitán”, para su evaluación y dictamen en materia de impacto ambiental, misma que quedó registrada con la clave 23QR2007T0017. Dicha evaluación fue resuelta de manera favorable a la empresa Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V. mediante el oficio número S.G.P.A./DGIRA/DG/2917/07, de fecha 5 de diciembre de 2007 con una vigencia de 40 años para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de proyecto, en el entendido de que las etapas de preparación del sitio y la construcción requirió de 24 meses. Las obras autorizadas que ampara la resolución en comento fueron las siguientes:

- Ampliación de la pasarela de un ancho original de 4 m a 8 m, respetando la longitud de 44.6 m de largo, por lo que la superficie total de la pasarela sería modificada de 178.40 m² a 356.80 m².
- Construcción de una plataforma de 12 m de ancho por 90 m de largo, en una superficie total de 1,080 m², la cual sería construido a partir de la banda de atraque existente de 3.2 m x 30 m.

- Construcción de una plataforma de 8 m de ancho por 20 m de largo, en una superficie total de 160 m², la cual sería adosada a la banda de atraque existente para formar una "L".
- Hincado de 7 pilotes de 0.70 m de diámetro y 72 pilotes de 80 cm de diámetro, a una profundidad de -1.80 m a -5 m del lecho marino.

Cabe señalar, sin embargo, que esta ampliación no fue llevada a cabo por la empresa promotora en el plazo establecido en el oficio resolutivo anteriormente señalado (S.G.P.A./DGIRA/DG/2917/07), por razones económicas y presupuestarias. En virtud de lo anterior, dicha empresa optó por la modificación del proyecto y la presentación de una nueva Manifestación de Impacto Ambiental, que corresponde a la que actualmente se presenta, con el objeto de someter ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, un proyecto nuevo de construcción de un muelle de tipo fijo construido sobre pilotes, que será destinado al atraque, descarga de tripulación y pernocta de embarcaciones turísticas de pasaje y de tipo catamarán.

En las condiciones actuales del área de influencia del proyecto, el sitio aún cuenta con la estructura originalmente autorizada en materia de impacto ambiental mediante el oficio número SMA/562/1997 2896 del 21 de octubre de 1997. Dicha estructura se pretende demoler como parte de las obras y actividades incluidas en el mismo, para dar lugar a la construcción del nuevo muelle.

I.1.4 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo estimado para la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto es de 16 años. Su vida útil en operación será de 80 años.

I.1.5 Presentación de la documentación legal

Se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la Escritura Pública Número 5,624 Volumen 119 con fecha de 03 de marzo de 1997, otorgada ante la fe del Licenciado Bello Melchor Rodríguez Carrillo, titular de la Notaria Pública número Cuatro del estado de Quintana Roo, que contiene el acta constitutiva de la sociedad con denominación de Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V.

Se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la escritura pública número 23,439 Volumen 102, Tomo "D", con fecha 12 de julio 2004, pasada ante la fe del Licenciado Benjamín Salvador de la Peña Mora, titular de la Notaria Pública número Veinte del estado de Quintana Roo, la cual contiene el Poder General para Pleitos y Cobranzas, Actos de Administración y Actos de Dominio a favor de Mauricio Orozco Sarro otorgado por la persona moral Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V.

Se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la identificación oficial del C. Mauricio Orozco Sarro, como apoderado general de la promovente en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental al que se sujeta dicha empresa.

Finalmente, se anexa el Registro Federal de Contribuyentes ICA970303UN8 de la empresa Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V., empresa promovente de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Inversiones Cozumel Aldora, S.A. de C.V., como especifica la Escritura Pública Número 5,624 Volumen 119 con fecha de 03 de marzo de 1997.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

ICA970303UN8

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Mauricio Orozco Sarro

Apoderado General para Pleitos y Cobranzas, para Actos de Administración y para Actos de Dominio.

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

Av. Nichupté No. 20 MZ 2, SM 19. Centro Corporativo Atrium, Local 303, Cancún, Quintana Roo. Teléfonos (998) 887 14 72 y 892 04 92; correo electrónico: info@sylvatica.com.mx.

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

I.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio

SYLVATICA S.C

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

SYL971007KF8

Se anexa copia RFC del responsable a la presente Manifestación de Impacto Ambiental

I.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

Av. Nichupté No. 20 MZ 2, SM 19. Centro Corporativo Atrium, Local 303, Cancún, Quintana Roo. Teléfonos (998) 887 14 72 y 892 04 92; correo electrónico: info@sylvatica.com.mx.

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto que se somete a evaluación a través de la presente manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, será desarrollado principalmente dentro del área marina y una sección de zona federal marítimo terrestre; en la Isla de Cozumel, municipio de Cozumel, Quintana Roo.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle de tipo fijo construido sobre pilotes, que será destinado al atraque, descarga de tripulación y pernocta de embarcaciones turísticas de pasaje y de tipo catamarán. Según la SCT (1984)¹, los muelles son estructuras ubicadas a la orilla del mar o en las riberas de los ríos cuya función es servir de enlace entre los transportes marítimos y terrestres. Están formados por plataformas provistas de los dispositivos, instalaciones y servicios para permitir el atraque de las embarcaciones.

En la actividad de construcción, según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018), el proyecto se clasifica en la categoría 237,992, *Unidades económicas dedicadas principalmente a la construcción de muelles, atracaderos, escolleras, rompeolas, embarcaderos y construcciones bajo el agua. Puede tratarse de trabajos nuevos, ampliaciones, remodelaciones, mantenimiento o reparaciones de obras marítimas, fluviales y subacuáticas*. En cuanto a la etapa de operación, la actividad económica que se realizará se identifica con el número 488,310 y se describe como *Unidades económicas dedicadas principalmente a la administración y operación de puertos, muelles y similares*.

El proyecto corresponde a la fracción I del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos*; así como al inciso III de la Fracción A su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental: *Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas*. La naturaleza del proyecto también corresponde a la

¹ Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1984). Normas para Construcción de Instalaciones. Costas y Puertos. México, D.F.

Fracción Q del citado reglamento: *Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.*

El proyecto incluye, además del propio muelle, una caseta de vigilancia para el control de acceso, motor lobby, bitas de amarre para las embarcaciones, así como señalización horizontal y vertical. Los detalles de estos elementos serán descritos el apartado de Características Particulares del Proyecto.

Se menciona como antecedente que dicho muelle opera actualmente bajo la concesión No. DGZF-053/98, que fue otorgada en ese entonces por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Los servicios que proporciona el muelle en la actualidad son con fines de esparcimiento, recreación y transporte marítimo, es decir, tiene un uso netamente turístico para terceros.

II.1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es la demolición de un muelle existente y posteriormente la construcción de un muelle de tipo fijo, construido sobre pilotes el cual tendrá como fin desembarque de tripulación y la pernocta de embarcaciones turísticas de pasaje y de tipo catamarán. El muelle estará compuesto por dos duques de alba, una pasarela principal, dos plataformas, una caseta de vigilancia y un motor lobby. En la **Figura II:1** se muestra el mapa de obras y componentes del proyecto.

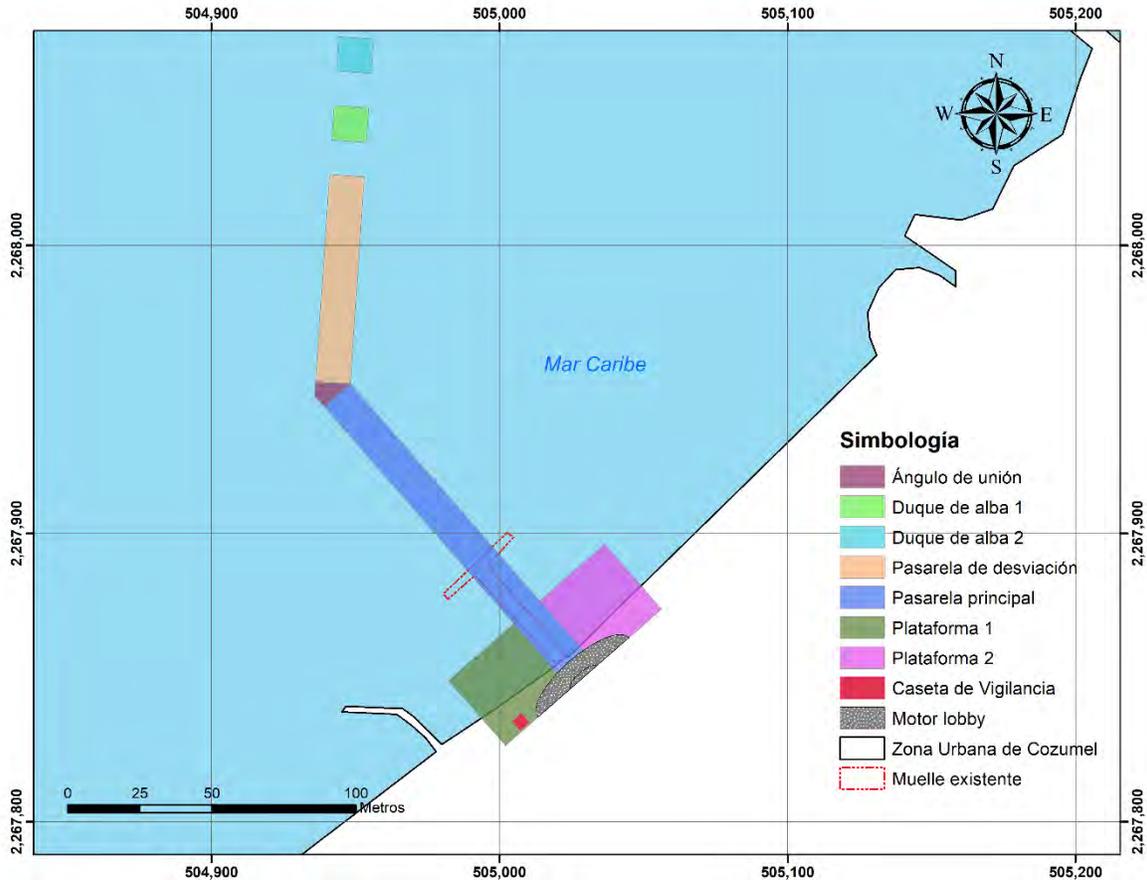


Figura II.1. Obras y servicios del proyecto Muelle Aldora Cozumel

II.1.3 Selección del sitio.

La superficie donde se pretende desarrollar el “Muelle Aldora Cozumel” es un área que ha sido previamente impactada por la construcción del muelle existente en la zona. Se encuentra en una zona de tránsito marino colindante a la Terminal de Cruceros “Punta Langosta, Cozumel” y la Terminal “San Miguel Cozumel”. Debido a la demanda turística que ha tenido la Isla de Cozumel y preferencialmente por turistas procedentes de cruceros, se ha requerido de la habilitación de espacios para el arribo y pernocta de embarcaciones.

II.1.4 Ubicación y dimensiones del proyecto

En la **Figura II:2** se muestra el mapa de ubicación del proyecto. En el **Cuadro II:1**, se presentan las coordenadas que delimitan el muelle nuevo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

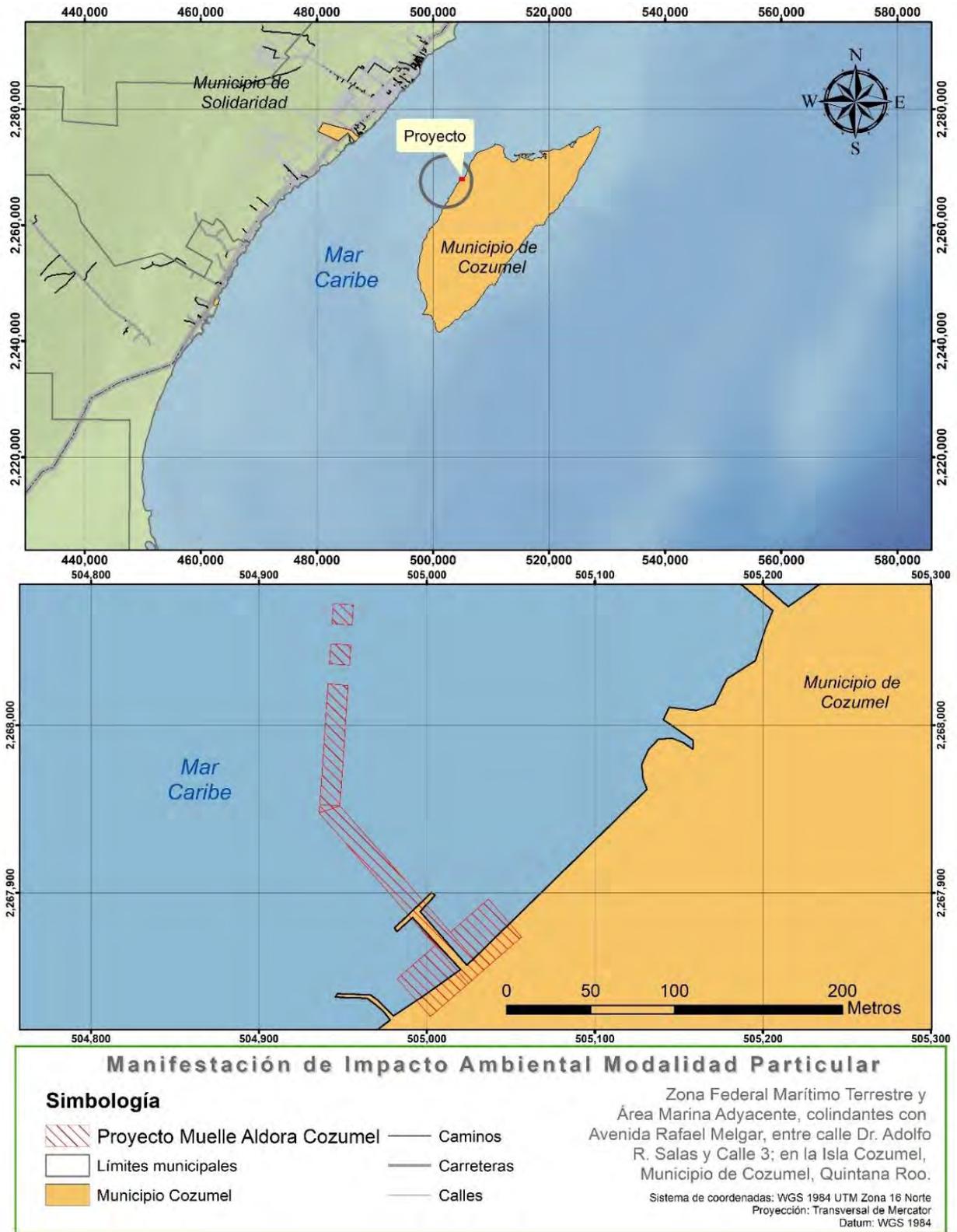


Figura II:2. Cuadro de construcción de los polígonos que constituyen el proyecto Muelle Aldora Cozumel

Cuadro II.1. Superficies Cuadro de construcción de los polígonos que constituyen el proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Vértice	X	Y
1	504,956.25	2,268,071.62
2	504,955.44	2,268,059.65
3	504,943.47	2,268,060.46
4	504,944.28	2,268,072.43
5	505,033.71	2,267,853.99
6	505,013.97	2,267,876.59
7	505,036.56	2,267,896.32
8	505,056.30	2,267,873.73
9	505,024.67	2,267,846.10
10	505,002.08	2,267,826.36
11	504,982.31	2,267,848.93
12	505,004.93	2,267,868.69
13	504,948.19	2,267,951.90
14	504,936.20	2,267,952.70
15	504,941.05	2,268,024.54
16	504,953.02	2,268,023.73
17	504,939.14	2,267,944.00
18	504,935.87	2,267,947.75
19	504,954.64	2,268,047.68
20	504,953.83	2,268,035.71
21	504,941.86	2,268,036.51
22	504,942.66	2,268,048.48

En la **Figura II:3** se presenta el mapa de ubicación del proyecto a una menor escala y mostrando las calles y avenidas cercanas al mismo. Puede observarse que el proyecto se pretende ubicar a la altura entre las calles 3 Sur y Dr. Adolfo Rosado Salas, en una porción de Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con la Av. Rafael E. Melgar. Como puede observarse, la zona de influencia inmediata del muelle y sus obras asociadas están ocupadas por la infraestructura urbana de la ciudad de Cozumel, en una zona de uso predominantemente comercial en su parte terrestre y de tráfico marino en su parte marina.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL



Figura II.3. Mapa de ubicación del proyecto Muelle Aldora Cozumel

II.1.5 Inversión requerida

El proyecto requiere una inversión de **\$57,668,253.40. M.N.**, los cuales están divididos como se muestra en el **Cuadro II:2.**

Cuadro II:2. Inversión en el proyecto Muelle Aldora Cozumel

No.	Concepto	MONTO EN PESOS.
PARTIDA I	Demolición de estructura existente y retiro de material producto de la excavación fuera de obra.	\$687,500.00 M.N.
PARTIDA II	Prefabricado de elementos estructurados (Pilotes, traves y losetas), incluye transporte de planta y colados de obra	\$22,789,219.95 M.N.

No.	Concepto	MONTO EN PESOS.
PARTIDA III	Montaje y fijación de elementos estructurales prefabricados en obra. Incluye concreto en uniones y habilitación de obras auxiliares (motor lobby y caseta).	\$26,237,291.60 M.N.
	IMPORTE DE OBRA	\$49,714,011.55 M.N.
	16% IVA	7,954,241.85
	IMPORTE TOTAL	\$57,668,253.40.

II.1.6 Dimensiones del proyecto

Ya que el proyecto consiste, en primero lugar, en la demolición de la estructura existente, con una superficie total de 342.079 m². En la **Figura II:4** se presentan las dimensiones en metros lineales (m) de este muelle. Los volúmenes a demoler se presentan en la sección II.2.9 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

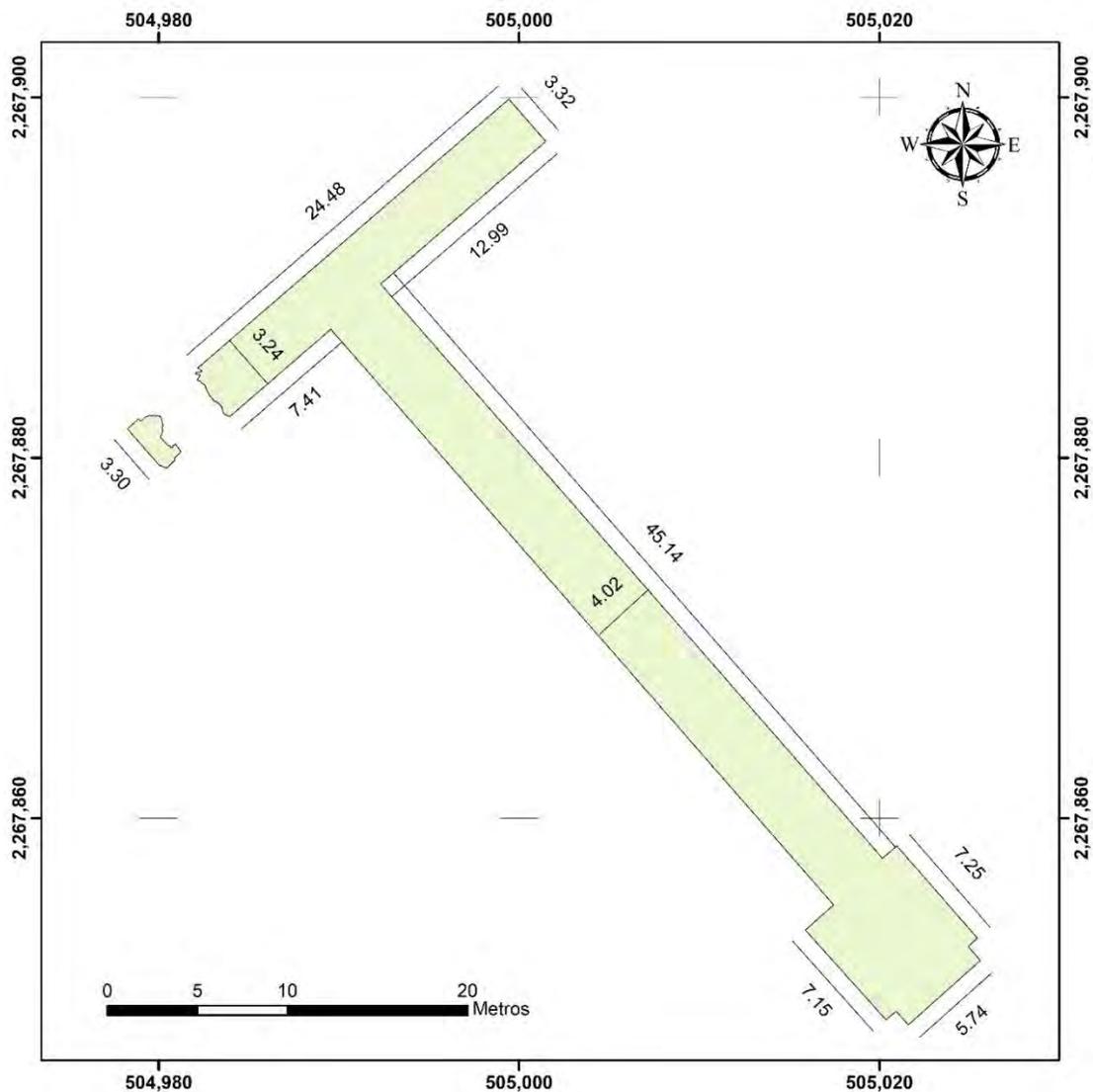


Figura II:4. Dimensiones (m) del muelle existente en en el área del Proyecto Muelle Aldora Cozumel

El muelle a construir tendrá una superficie de 4,572 m², los cuales se distribuirán de acuerdo con lo que se presenta en el **Cuadro II:3**.

Cuadro II:3. Superficies del Proyecto Muelle Aldora Cozumel

Descripción	Área (m ²)
Angulo de unión	60
Duque de alba 2	144
Duque de alba 1	144
Pasarela de desviación	864
Plataforma 2	900
Plataforma 1	900
Pasarela principal	1,560
Total	4,572

De igual forma se tendrá un desplante superficial en el cual se contempla la habilitación de una caseta de vigilancia y el motor lobby (**Cuadro II:4**).

Cuadro II:4. Desplante superficial de obras auxiliares

Descripción	Área (m ²)
Motor lobby	225
Caseta de vigilancia	16
Total	241

Asimismo, en la **Figura II:5** se presenta la ubicación y distribución de cada uno de los elementos del proyecto señalados en los cuadros anteriores.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

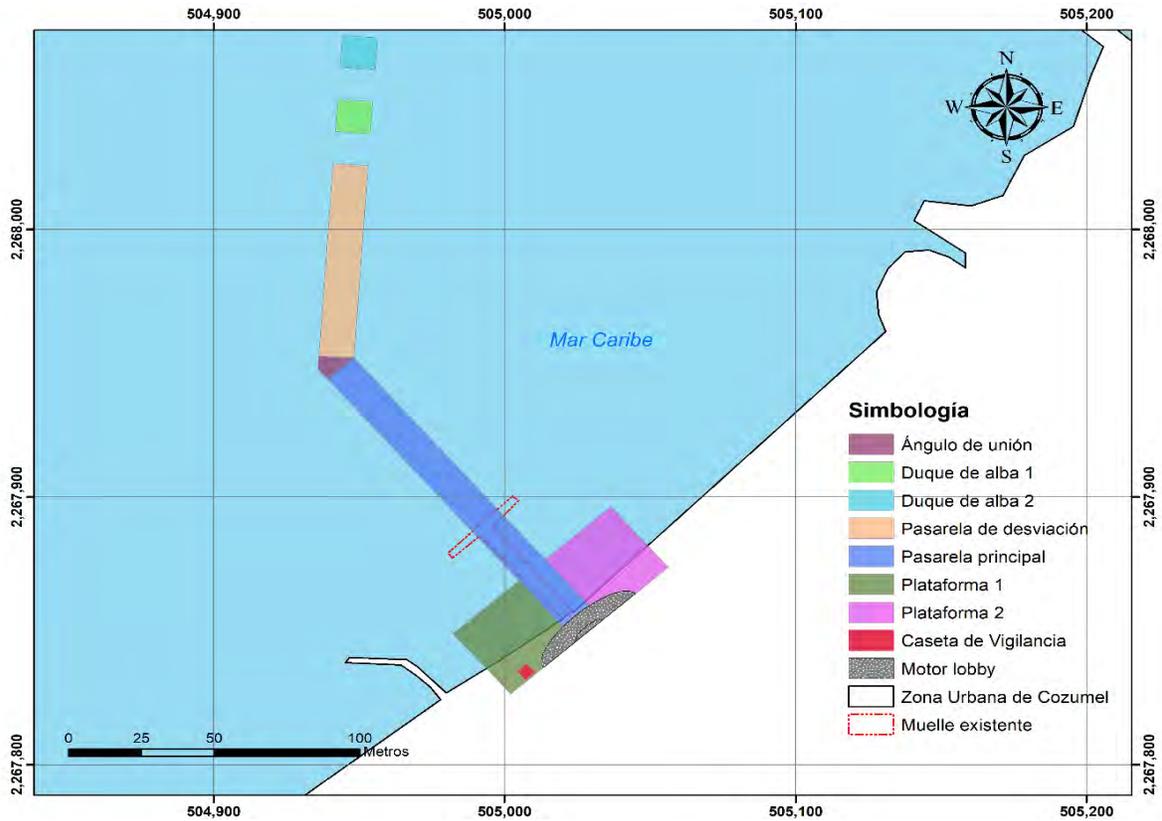


Figura II.5. Ubicación y distribución de los elementos del proyecto.

Finalmente, en la **Figura II.6** se presentan las dimensiones de cada una de las obras nuevas del Muelle Aldora Cozumel.

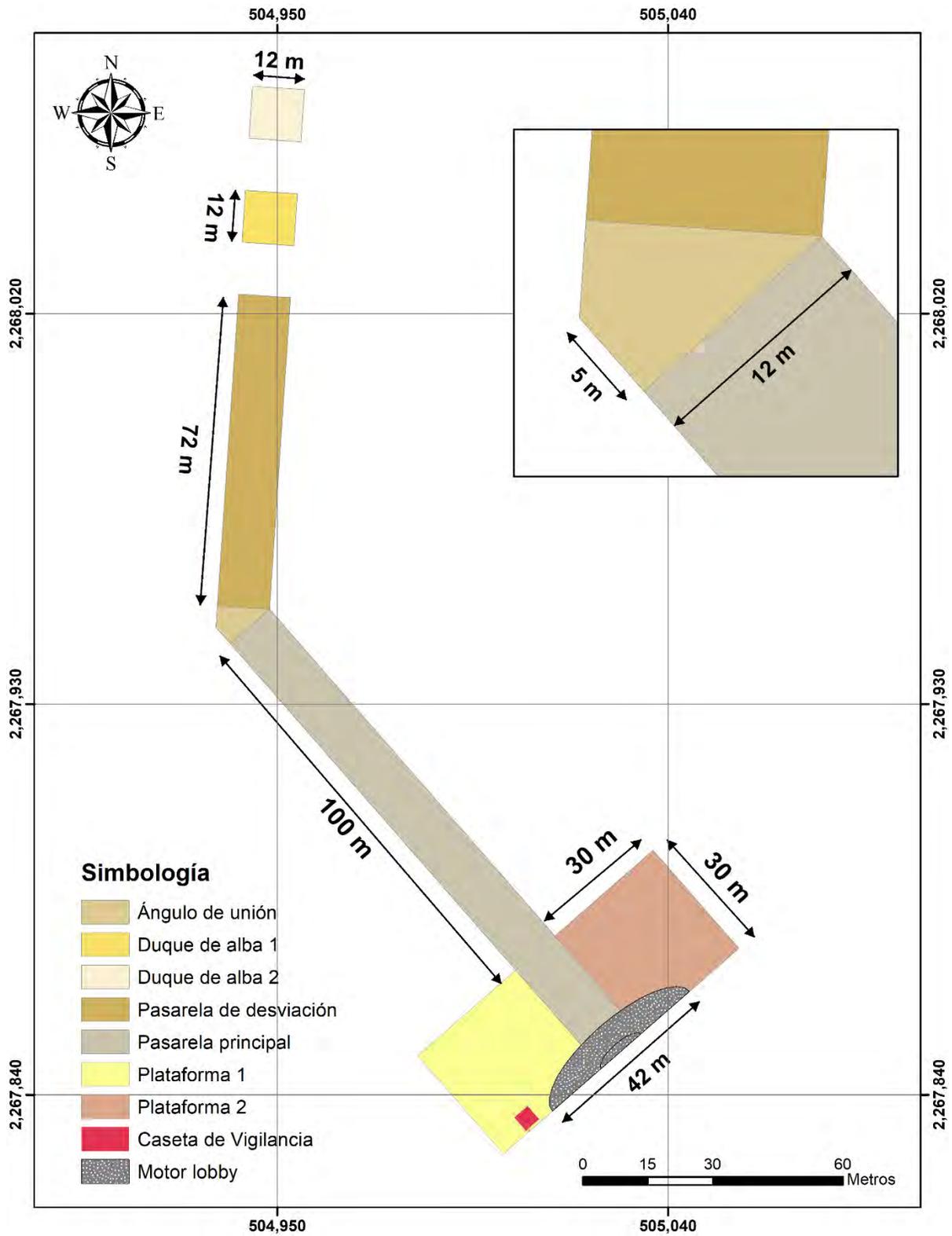


Figura II.6. Dimensiones de los componentes del muelle a construir.

II.1.7 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El área donde se ubicará el muelle corresponde a una zona marina de competencia federal. Actualmente, el sitio del proyecto sólo es ocupado para fines de esparcimiento, recreación y transporte marino, es decir tiene un uso netamente turístico. En la parte urbana, donde colinda el extremo del muelle conectado a la tierra, se presenta la vialidad denominada Avenida Rafael E. Melgar hacia el Sureste, es decir enfrente del muelle, se presentan predominantemente locales comerciales y también están presentes en menor medida usos habitacionales. Como cuerpo de agua principal se encuentra el Mar Caribe, en el cual se instalará la mayor superficie del Muelle Aldora.

II.1.8 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La porción terrestre (Isla de Cozumel) a la que estará conectado el Muelle Aldora Cozumel se encuentra totalmente urbanizada, ya que corresponde al área urbana de la Isla; es decir, al centro de población Cozumel, misma que cuenta con todos los servicios requeridos: agua potable, limpia municipal, red de drenaje sanitario y alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, seguridad pública, telecomunicaciones (telefonía fija y móvil e internet), vías terrestres (la vía de acceso es la Avenida Rafael E. Melgar) e infraestructura y servicios portuarios. En la **Figura II:7** se muestra el aspecto del sitio donde se pretende realizar el proyecto.



Figura II:7. Aspecto de la zona urbanizada del sitio donde se pretende realizar el proyecto. Izquierda: foto aérea de la zona. Se encierra con un círculo rojo el área donde se ubica el muelle existente y donde se pretende ubicar el Muelle Aldora Cozumel. Derecha: Foto frontal desde la Av. Rafael E. Melgar hacia la zona marina.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Características del muelle a construir

- Área total del muelle.

El muelle tendrá una superficie total de 4,572 m².

- Tipo de muelle (fijo o flotante).

El muelle será de tipo fijo construido de concreto armado sobre pilotes.

- Forma de muelle (marginal, espigón, en “T”, en “U”, etc.).

La forma del muelle será oblicua con inclinación de 135° con respecto a la pasarela principal.

- Material que se utilizará para su construcción (concreto, madera, plástico reforzado con fibra de vidrio, acero, etc.).

El muelle será construido de concreto armado cimentado sobre pilotes en el medio marino.

- Profundidad máxima del muelle.

La profundidad máxima del área donde se pretende establecer el muelle es de 7.5 m.

- Tipo de embarcaciones que va a recibir, especificando el calado de las embarcaciones.

El muelle está diseñado para embarcaciones que presentan las dimensiones que se muestran en el **Cuadro II:5** (se anexa matrícula de arqueos de cada una):

Cuadro II:5. Dimensiones de las embarcaciones que atracarán en el Muelle Aldora Cozumel

Embarcación	Eslora (mts)	Manga (mts)	Puntal (mts)	Francobordo	Uso
Yacatecutli	34.8	7.58	3.17	1.67	Pasaje
Omacahtl	17.65	7.3	2.80	-	Catamarán
Ometeotl	17.65	7.3	2.80	-	Catamarán
Xochitonal	17.65	7.3	2.80	-	Catamarán
Mixcoatl	34.8	7.58	3.17	1.67	Pasaje
Ultramar IV	34.54	7.57	3.17	1.67	Pasaje

Dadas las dimensiones de las embarcaciones y que las profundidades máximas a lo largo del muelle son de 6.50 m, se deduce que no se requiere dragado en la zona de maniobras y atraque del mismo.

Adicionalmente se aclara que, a pesar de que las embarcaciones descritas son de uso turístico y recreativo, el muelle no será usado para el desembarque de pasajeros. La obra únicamente servirá para el desembarque de tripulación, atraque y pernocta de las embarcaciones.

- Estudio de bancos de material para explotación de roca y/o de agregados para concreto o mortero, entre otros, indicado superficies, volúmenes, requerimiento de apertura de caminos de acceso y desmontes.

Todos los materiales requeridos para la construcción se obtendrán de bancos autorizados en materia ambiental, forestal según sea aplicable.

II.2.2 Programa general de trabajo

Para la ejecución del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” se considera un programa de trabajo de 16 años, en el **Cuadro II:6** se desglosa las actividades a realizarse en el tiempo estimado.

Cuadro II:6. Programa de trabajo para el proyecto “Muelle Aldora Cozumel”

ETAPAS	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	*Solicitud de permisos ante autoridades correspondientes	■															
Preparación del sitio	Primera etapa de demolición		■														
	Segunda etapa de demolición					■											
	Tercera etapa de demolición								■								
	Trazo y delimitación de área		■	■			■	■			■	■			■	■	
	Perforación del lecho marino			■	■			■	■			■	■			■	■
Construcción	Empotramiento de pilas prefabricadas			■	■			■	■			■	■			■	■
	Colado			■	■			■	■			■	■			■	■
	Colocación de estructuras prefabricadas (dovelas, traveses, losas)			■	■			■	■			■	■			■	■
	Vaciado de concreto en losa			■	■			■	■			■	■			■	■
	Colocación de bitas de amarre, pantallas de atraque y defensas						■				■	■			■		■
	Acabados y pintura						■					■			■		■
	Construcción de obras auxiliares (caseta de vigilancia y motor lobby)						■	■	■								
Medidas	Rescate de fauna marina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ETAPAS	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	**Rescate de vegetación marina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Instalación de malla geotextil		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpieza submarina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

*Previo a las actividades de preparación de sitio y constructiva del proyecto, se requiere de la solicitud de permisos ante las autoridades como SEMAR y SCT.

**Las actividades del Programa de Rescate de vegetación estarán presentes durante los 15 años de construcción del proyecto, sin embargo, su principal ejecución será previo y durante las actividades de perforación del lecho marino.

II.2.3 Preparación del sitio

- **Demolición del muelle**

Para la actividad de demolición del muelle existente estas se realizarán de manera gradual tal como se describe a continuación (**Figura II:8**):

Etapa 1: Eje de atraque paralelo a la costa

Etapa 2: Pasarela o eje de atraque perpendicular a la línea de costa

Etapa 3: Plataforma de acceso

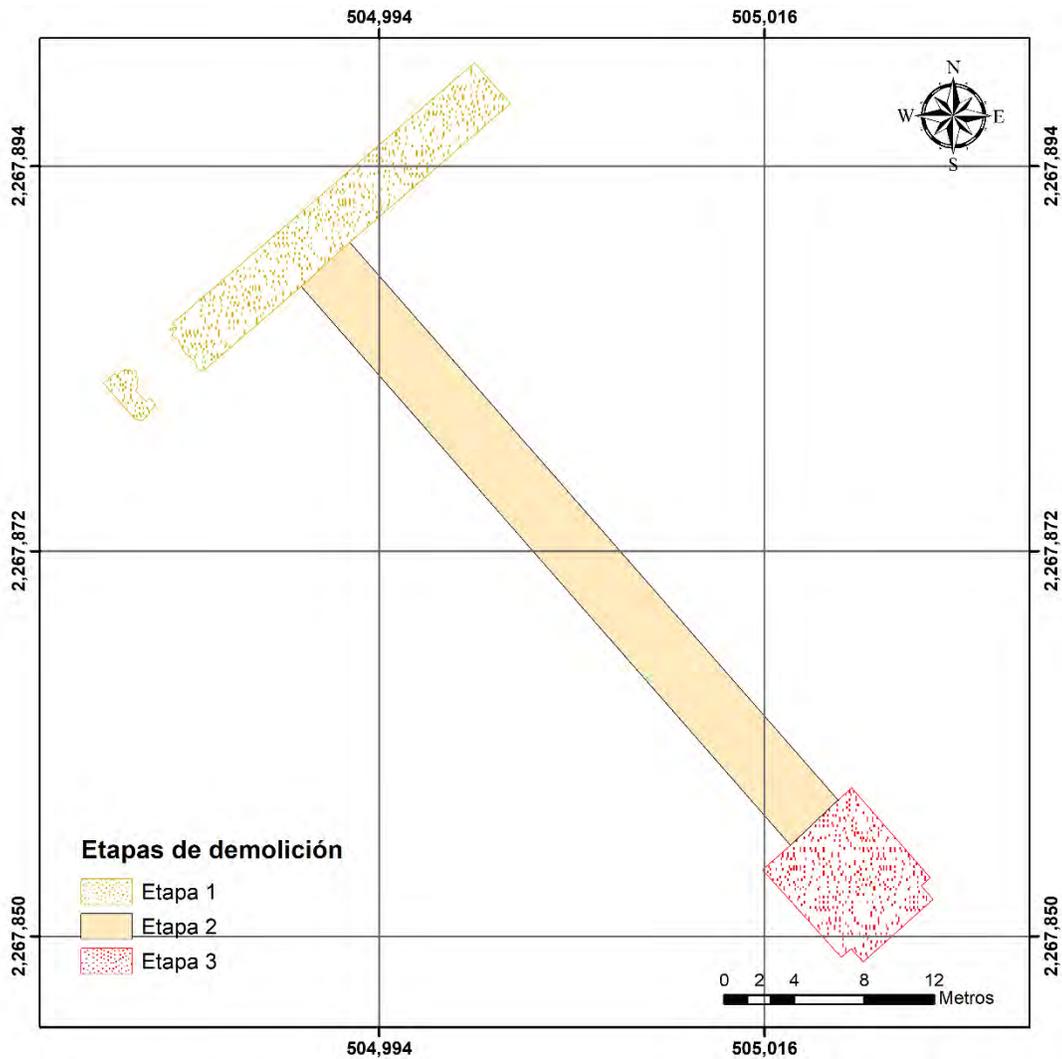


Figura II:8. Etapas de proceso de demolición del muelle existente.

Las actividades en esta etapa consisten en la demolición del concreto y el corte de acero. La demolición de la losa del muelle se hará en secciones de una tonelada para facilitar su extracción y acopio temporal en el área de trabajo; así mismo, deberán demolerse los apoyos de concreto a medida que se avanza con la demolición de la losa. El equipamiento que se empleará para las actividades de demolición será por medios mecánicos como compresor de aire y rompedoras neumáticas, equipo de corte oxiacetileno para el corte de acero de refuerzo, equipo de buceo. De igual forma se hará uso de una grúa de 5 toneladas para las maniobras de extracción y carga de las secciones de concreto de una tonelada y retroexcavadoras equipadas con martillo rompedor hidráulico (**Figura II:9**).



Figura II:9. Equipamiento a emplear en las actividades demolición: A) Grúa de 5 ton, B) Retroexcavadora con martillo rompedor, C) Rompedores neumáticos, D) Equipo de corte oxiacetileno.

Los restos de la demolición se recolectarán mediante maquinaria especializada y equipada con palas mecánicas, cucharas, pinzas de manipulación, selección y demolición, pulpo hidráulico; y en algunos casos grúas, para asegurar que los residuos no caigan al agua, para su posterior retiro fuera del sitio de trabajo (por medio de camiones de 3 toneladas o voleanos), para su transporte y disposición final ante una empresa autorizada por el Estado. Para la protección de las áreas de trabajo se instalarán mallas geotextiles con las especificaciones necesarias.

- **Trazo y delimitación de área**

Se efectuará el trazo, delimitación y marcaje de los puntos destinados a la construcción de las pilas; a través del método de levantamiento directo denominado Geodésico o Topográfico, el cual consiste en el levantamiento geodésico y/o topográfico que comprende

una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie de interés.

Esta actividad implica la medición a partir de un equipo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y procedimientos tradicionales tales como: poligonización, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión.

- **Perforación del lecho marino**

La perforación del terreno, con sostenimiento en las zonas que sea necesario, se debe ejecutar hasta alcanzar la mayor de las dos profundidades siguientes:

- La que proporcione el empotramiento mínimo requerido por el proyecto.
- La que permita alcanzar los estratos competentes previstos en el proyecto.

En la **(Figura II:10)** se representa la perforación previa al hincado de los pilotes, la perforación del lecho marino rocoso tendrá una profundidad de 180 cm y un diámetro de 140 cm.

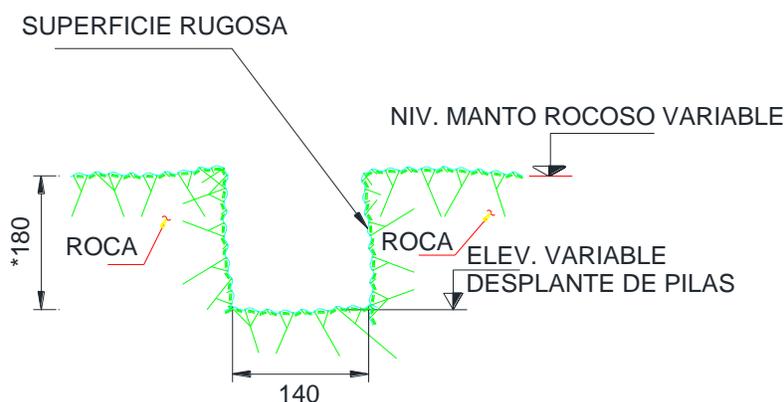


Figura II:10. Representación de la perforación previa al hincado de los pilotes.

Las actividades involucradas en la preparación del sitio en el área de desplante del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” consiste principalmente en la demolición del muelle existente, así como la adecuación del área del proyecto que consiste en la medición de la superficie proyectada y la perforación del lecho marino. Para ello se requerirá del rescate de fauna y vegetación marina, la instalación de mallas geotextiles para evitar la dispersión de sedimentos y una constante limpieza submarina. A continuación, se describirán cada una de las actividades a realizarse:

- **Rescate de fauna marina**

Una vez delimitada el área de trabajo, es necesario realizar actividades rescate de fauna marina dentro del área de trabajo del proyecto. El objetivo es retirar la mayor parte posible de fauna marina de lento desplazamiento que se encuentren en el área previo al inicio de los trabajos y posteriormente reubicarlos a las zonas adyacente al proyecto. Estas actividades serán ejecutadas por personal capacitado en los que se incluye buzos especializados. Tendrán una permanencia durante los 15 años del proyecto, periodo correspondiente al proceso de preparación del sitio y construcción del mismo.

- **Rescate de vegetación marina**

Previo a las actividades de perforación del lecho marino y construcción del muelle, se requiere de la ejecución de un Programa de Rescate de Vegetación Marina, esto con el fin de evitar causar afectación alguna a la vegetación de pasto marino que pueda estar presente en las áreas delimitadas para el proceso constructivo. Este programa estará presente durante los 15 años de ejecución del proyecto, sin embargo, su principal implementación será previo y durante las actividades de perforación del lecho marino.

- **Instalación de malla geotextil**

Antes del inicio de las actividades de demolición del muelle existente, es necesario la instalación de mallas geotextiles para evitar la dispersión de los sedimentos que puedan generarse durante el proceso de demolición y construcción. La malla geotextil corresponde al modelo PP-T-170 o similar, la cual está formada por fibras de polipropileno de lata tenacidad, la cohesión se realiza por un doble proceso de agujeteado y termosoldado. Debido a sus características mecánicas, la malla permite su aplicación en todos los ámbitos de la construcción. En el **Cuadro II:7** se presentan las especificaciones de la malla.

Cuadro II:7. Especificaciones de la malla geotextil a emplear

VALORES NOMINALES		
PROPIEDADES	UNIDADES	GEOTEXTIL PP-T-170
Peso	gr/m ²	170
Espesor	mm	2.00
Resistencia a la tensión	N	426
Elongación	%	80
Resistencia a la punción	N	215
Resistencia al estallamiento	kPa	1,164
Coefficiente de permeabilidad	cm/seg	0.40
Gasto	lmin/m ²	6,500
Permitividad	Seg-1	2.11
Espacio abierto equivalente	mm	0.145
Resistencia al desgarre	N	191

La malla deberá ser colocada en los frentes de trabajo por tramos específicos y esta se ira corriendo con respecto al avance de las actividades de demolición o construcción, esta será colocada a una distancia aproximada de 2 metros con respecto al área de trabajo. Se anclará al suelo por el uso de plomos y deberán mantenerse a flote a través de boyas, en la **Figura II:11** se muestra a manera de ejemplo la malla geotextil a emplear.

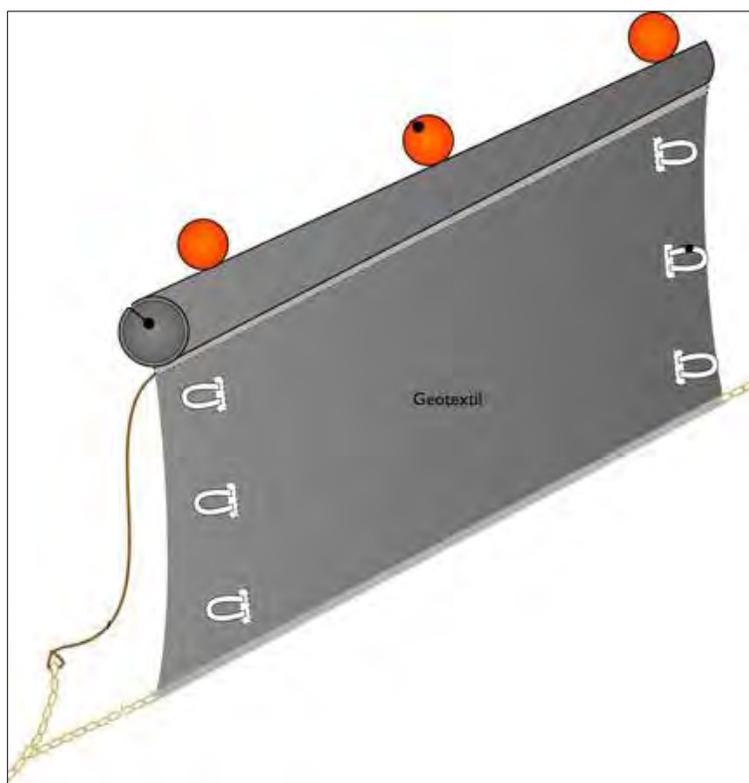


Figura II:11. Ejemplo de la composición de la malla geotextil a emplear

El uso de la malla permitirá retener los residuos sólidos en suspensión y sedimentos que se generen durante las actividades de demolición del muelle existente y construcción del proyecto, evitando así que estos se dispersen por acción del oleaje o las corrientes.

- **Limpieza submarina**

Las actividades de limpieza submarina serán de manera constante para evitar que durante el proceso de preparación del sitio y constructivo del muelle se alojen pedacería de material constructivo como lo puede ser material de la demolición, metales, escombros, entre otros. El personal que ejecutará las actividades de limpieza estará formado por una cuadrilla de buzos y el responsable ambiental del proyecto, los cuales tendrán la función de limpiar el área de los frentes de trabajo en la parte submarina, así como evidenciar cada una de las actividades realizadas.

II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se requerirá de obras y actividades provisionales durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto “Muelle Aldora Cozumel”, las cuales se enlistan a continuación:

- **Letrinas portátiles**

Se solicitará el servicio de sanitarios portátiles ante una empresa autorizada, se instalará un sanitario por cada 15 personas. La empresa contratada será la responsable de la limpieza, mantenimiento de las letrinas, así como del transporte de las aguas residuales generadas.

- **Contenedores de residuos**

Se colocarán en puntos estratégicos contenedores rotulados para la disposición de residuos sólidos urbanos generados por la flota de trabajadores presentes en las áreas de trabajo.

- **Almacén temporal de residuos**

Se habilitarán en sitios estratégicos almacenes de residuos de manejo especial, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. Dichos sitios deben de estar identificados y señalizados para que el personal pueda tener conocimiento y acceso a estos, evitando así una inadecuada disposición de los residuos.

- **Oficinas de obra**

Se instalarán campers auxiliares como oficinas provisionales del personal de construcción o administración.

- **Almacén de material y equipo**

Se habilitará un almacén temporal para el resguardo de maquinaria, equipo o material que se empleará durante el proceso de preparación del sitio y construcción del muelle. El almacén será elaborado a partir de láminas de zinc, cartón, triplay o algún otro material de fácil instalación y retiro.

- **Mesas de trabajo**

Para facilitar los trabajos de corte, armado, diseño o alguna otra actividad referente al proyecto, se instalarán mesas temporales de trabajo. Estas serán armadas a partir de triplay y bancos para mesa o “burros”.

- **Comedor de empleados**

Se implementará un área para que los trabajadores puedan consumir sus alimentos, dicho comedor será construido de manera provisional con materiales como triplay, láminas de zinc o cartón, lonas, mesas y sillas plegables o el material requerido para su instalación.

- **Casetas móviles o temporales**

Para tener el control de acceso y salida de los vehículos, el personal, materiales o equipamiento requerido para la habilitación del proyecto “Muelle Aldora”, es necesario tener un punto de vigilancia, por lo cual se establecerán casetas móviles o temporales.

- **Otras obras auxiliares**

Las obras o instalaciones auxiliares planteadas con anterioridad subsanan lo requerido para el desarrollo del proyecto Muelle Aldora, sin embargo, de ser necesario otras obras provisionales o auxiliares, durante el requerimiento de estas se tomará en consideración que estas sean de fácil instalación y retiro.

II.2.5 Personal y material requerido

El personal requerido se presenta en el **Cuadro II:8**. Tal como lo indica dicho cuadro, se requerirá un total de 22 personas distribuidas en 12 categorías, oficios o profesiones.

Cuadro II:8. Requerimientos de personal

Categoría	Unidad	Cantidad
Ingeniero residente	Personas	1
Auxiliar contable	Personas	1
Sobrestante	Personas	1
Operador de grúa	Personas	1
Maniobrista	Personas	2
Buzo	Personas	4
Oficial albañil	Personas	2
Oficial fierro	Personas	2
Oficial soldador	Personas	1
Oficial carpintero	Personas	2
Ayudante	Personas	5

Por otro lado, el equipo a utilizar se enlista en el **Cuadro II:9**.

Cuadro II:9. Requerimientos de maquinaria y equipo

Maquinaria y/o equipos	Unidad	Cantidad
Grúa Link Belt LS 418 con 120 pies de pluma o similar	unidades	1
Perforadora Casagrande mod. RM-21 o similar	unidades	1
Planta de soldar 400 amp	unidades	2
Equipo de corte de oxiacetileno	unidades	2
Tubo tremi de 10" diam	unidades	1

Bote de corte de 140 cm	unidades	1
Broca helicoidal de 60 cm	unidades	1
Bote de limpieza de 140 cm	unidades	1
Escantillón de acero estructural de 6 x 12 m	unidades	1
Compresor de buceo 50 pcm	unidades	1
Equipo de buceo Hooka	unidades	2
Estación total topográfica	unidades	1
Nivel electrónico	unidades	1
Camión de 3 ton	unidades	1

Por su parte, los materiales y volúmenes de obra requeridos se presentan en el **Cuadro II:10**.

Cuadro II:10. Requerimientos de materiales y volúmenes de obra requeridos para el Muelle Aldora Cozumel

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	PREFABRICADOS			Concreto en obra	
				Vol. Conc. (m3)	Ac. Ref. (ton)	Peso Total (ton)	Concreto en obra m3	Ac. Ref. ton
1.00	Pila prefabricada de (90 x 90) cm de sección y longitud variable, Concreto resistencia $f'c=250$ kg/cm2 cemento CPC 30RTRS Resistente a los sulfatos. Acero de refuerzo GT42 con límite de fluencia $f_y= 4,200$ kg/cm2.	ml	5,005	3,703.70	444.44	8,888.88	798.80	X
2.00	Cabezal fabricado en obra de (90 x 30) cm x 12.00 m.l. Concreto resistencia $f'c=250$ kg/cm2 cemento CPC 30R RS Resistente a los sulfatos. Acero de refuerzo GT42 con límite de fluencia $f_y= 4,200$ kg/cm2.	pza	82	X	X	X	265.68	31.88
3.00	Cabezal fabricado en obra de (90 x 30) cm x 6.00 m.l. Concreto resistencia $f'c=250$ kg/cm2 cemento CPC 30R RS Resistente a los sulfatos. Acero de refuerzo GT42 con límite de fluencia $f_y= 4,200$ kg/cm2.	pza	28	X	X	X	45.36	5.44
4.00	Trabe longitudinal de (40x40) cm de sección. Concreto resistencia $f'c=250$ kg/cm2 cemento CPC 30R RS Resistente a los sulfatos. Acero de refuerzo GT42 con límite de fluencia $f_y= 4,200$ kg/cm2.	ml	1,584	253.44	30.41	608.26	190.08	22.81

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	PREFABRICADOS			Concreto en obra	
				Vol. Conc.	Ac. Ref.	Peso Total	Concreto en obra	Ac. Ref.
				(m3)	(ton)	(ton)	m3	ton
5.00	Losas Prefabricadas de (100 x 15) cm, por 3.70 m. De largo. Concreto resistencia $f'c=250$ kg/cm ² cemento CPC 30RTRS Resistente a los sulfatos. Acero de refuerzo GT42 con límite de fluencia $f_y=4,200$ kg/cm ² .	pza	1,255	696.53	83.58	1,671.66	696.53	83.58
				4,653.67	558.44	11,168.80	1,996.44	143.72

II.2.6 Etapa de construcción

El muelle a construir en el proyecto “Muelle Aldora Cozumel” es de tipo “muelles de pilotes”, en el cual estos son estructuras formadas por una plataforma sustentada por pilotes que transmiten los esfuerzos al terreno. La construcción de este tipo de muelles se puede abordar desde una plataforma terrestre formada con rellenos vertidos sobre el fondo marino o bien construyendo directamente los pilotes con medios flotantes y rellenando posteriormente la explanada y el talud entre pilotes. A continuación, se describirá el proceso constructivo del presente proyecto.

- **Empotramiento de pilas prefabricadas**

La cimentación de las estructuras se resuelve con pilas prefabricadas de 90 x 90 cm de sección, empotradas en el lecho marino rocoso mediante perforación previa de 140 cm de diámetro por 180 cm de profundidad (**Figura II:12**).

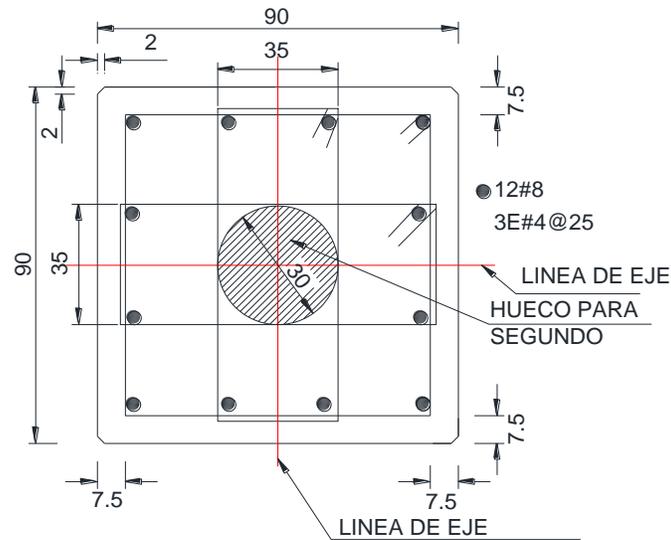


Figura II:12. Representación de la sección transversal de pilas

El empotramiento se realizará con el posterior relleno de la perforación con concreto hidráulico colocado bajo agua. Para evitar que se fugue algún material del colado, se colocará previamente un ademe formado a base de un tubo que servirá para contener el vertido. Un segundo colado se realizará a través de un hueco ubicado en la parte central de las pilas prefabricadas, como se representa en la **Figura II:13**.

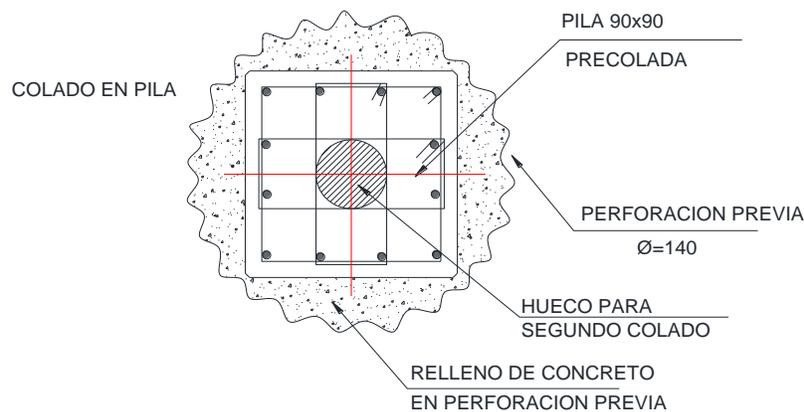


Figura II:13. Representación de planta de la perforación previa

Antes de proceder a la manipulación de los pilotes se requiere de la verificación de que los esfuerzos de flexión máximos no superen los admisibles, para ello se requiere identificar el orden del izado de los pilotes, la cual para el presente proyecto se diseñó tal como se plasma en la **Figura II:14**.

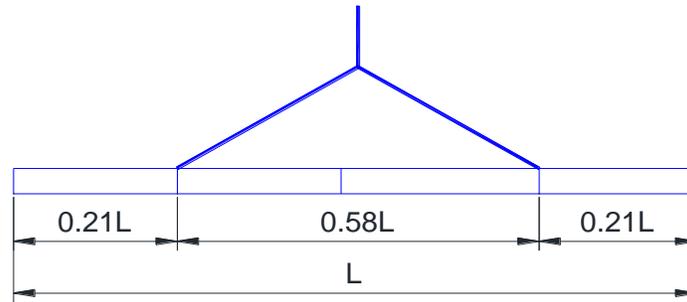


Figura II:14. Puntos de izaje de las piezas

Es importante que los apoyos estén distribuidos adecuadamente, porque un apoyo que no esté a una misma distancia que los otros puede provocar esfuerzos flexionantes en el pilote produciendo algún daño en los mismos.

- **Colado**

Las columnas o pilas se insertarán dentro de pozos hechos en el fondo rocoso. Una vez colocadas, niveladas y plomeadas las columnas, se rigidizarán mediante el colado de un empaque a base grout de concreto con aditivo estabilizador de volumen vaciado en el interior de los pozos mediante *tubo tremie* ahogado en el interior de la columna (segundo colado) el *tubo tremie* debe ser un tubo de acero que se introduce en el interior de la armadura, se baja en tramos de tubos acoplables hasta el fondo y se coloca la tolva en su parte superior (Figura II:15).

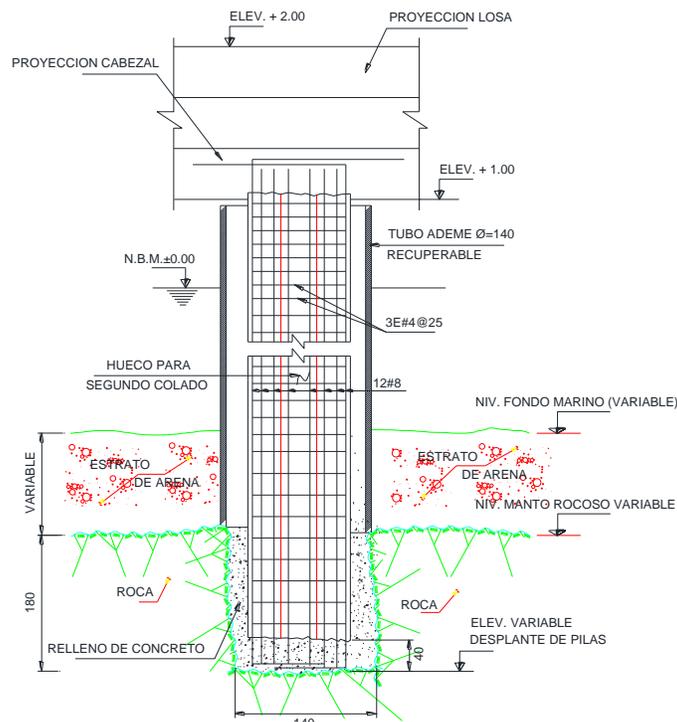


Figura II:15. Representación de la elevación de pilas.

SUPERFICIE RUGOSA

- **Colocación de estructuras prefabricadas (dovelas, traves, losas)**

El muelle está diseñado para trabajar por empotramiento de marcos rígidos de concreto, anclados al fondo marino. Los marcos estarán formados por columnas y traves prefabricados de concreto reforzado. Las losas serán prefabricadas pretensadas, sobre la losa se vaciará una capa de compresión de concreto reforzado para rigidizar la estructura prefabricada (**Figura II:16**). En la **Figura II:17** se representa la planta del duque de alba.

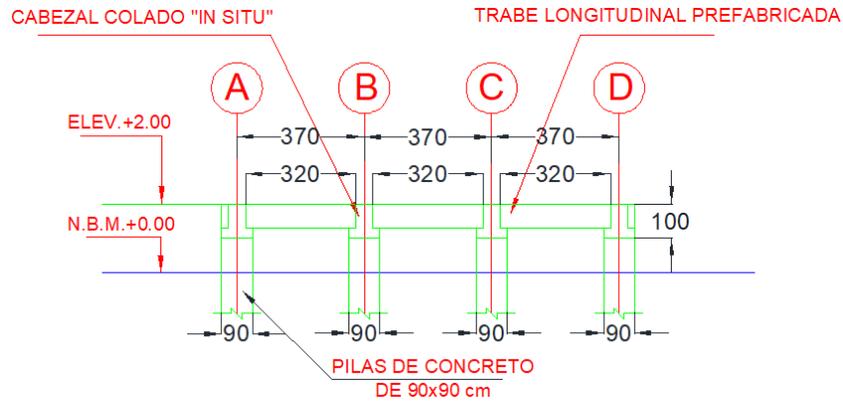


Figura II:17. Representación de la elevación longitudinal.

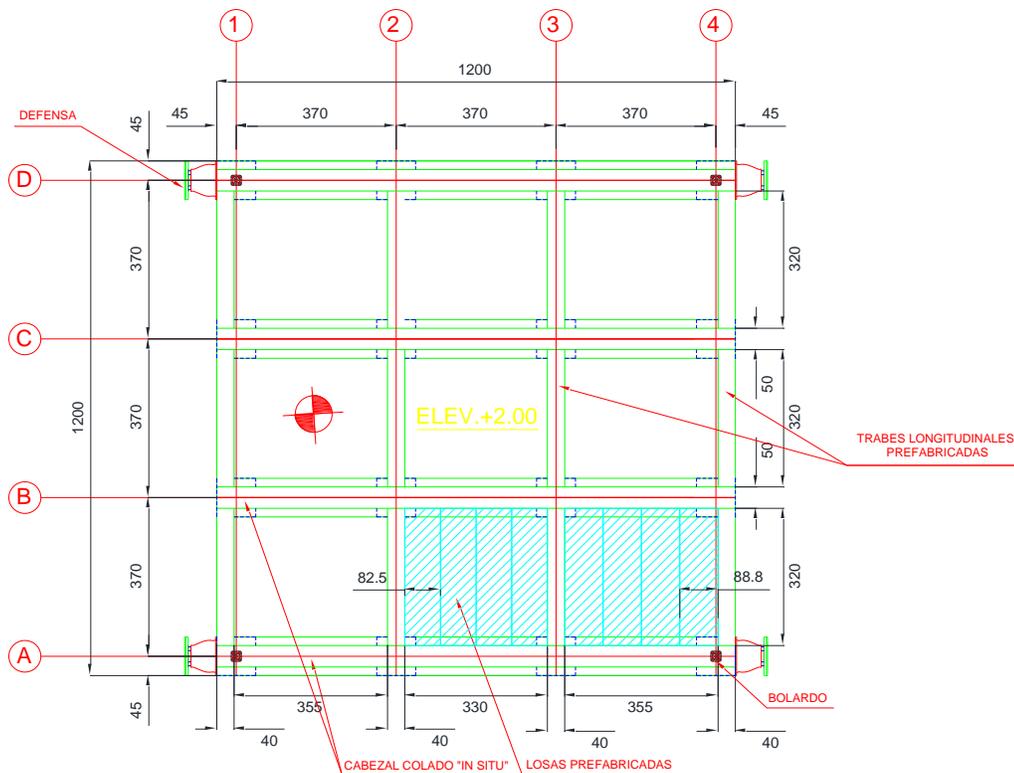


Figura II:17. Representación de planta del duque de alba

De igual forma en la **Figura II:18** se representa la planta de la plataforma.

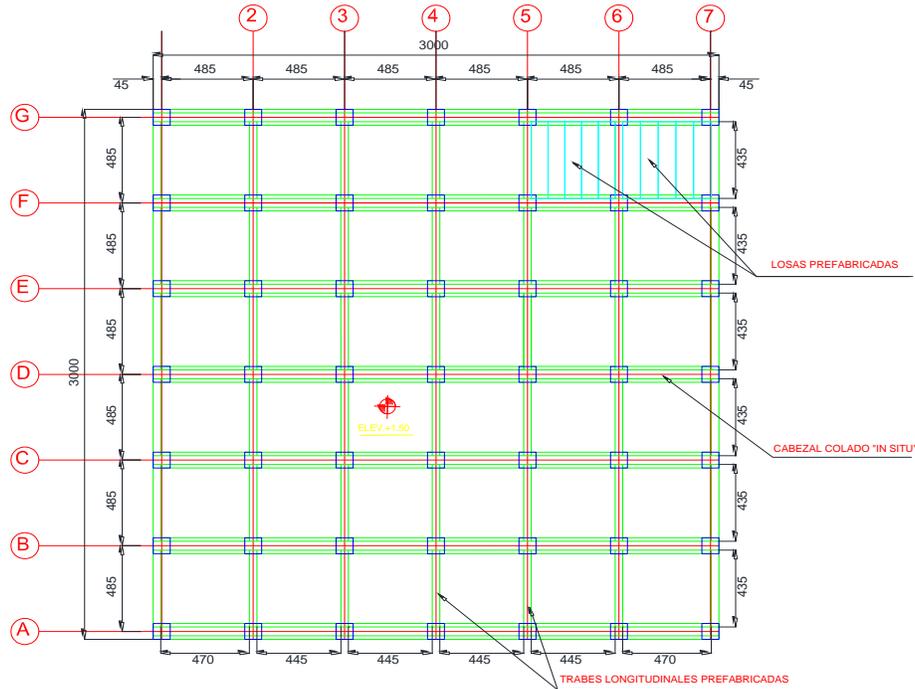


Figura II:18. Representación de planta de la plataforma.

Una vez rigidizada la columna, se colocarán las traves precoladas sobre su corona. Una vez niveladas las traves, se instalan las losas prefabricadas de concreto, mismas que servirán como cimbra para el colado de la capa de compresión de concreto reforzado, que será colada monóticamente con el tubo trabe-columna, así como la sección complementaria de las traves (**Figura II:19**).

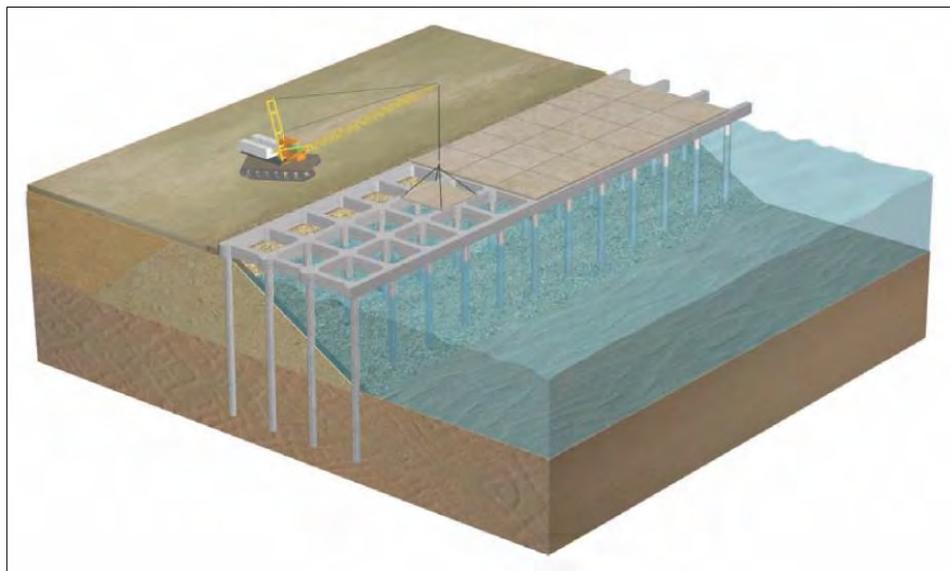


Figura II:19. Ejemplo de la instalación de losas prefabricadas de concreto

A continuación, se describen las principales actividades a realizar en esta etapa.

1. Instalación de malla geotextil alrededor del área de trabajo, según la sección del muelle que se esté ejecutando. Esta será colocada como fue descrito previamente.
2. Instalación del troquel y chifoneo del fondo marino para retirar la capa de arena de 10 cm de espesor en promedio, hasta alcanzar la superficie del manto rocoso.
3. Colocación de dovelas de concreto precoladas, de 1.20 metros x 2.40 metros x 0.60 metros, apiladas formando pilastras. Estas se insertarán dentro de los orificios realizados por el troquel y chifoneo, en el fondo rocoso.

Una vez que las dovelas se encuentren colocadas adecuadamente (niveladas y plomeadas), se estabilizarán temporalmente con cuñas de madera, para posteriormente realizar un colado de empaque mediante tubo tremie en su interior. El grout para el colado de empaques contará con aditivo para acelerar el proceso de resistencia del concreto y disminuir el lavado de la mezcla.

4. Una vez que se finalice con la serie de columnas, se colocarán sobre su corona, las trabes precoladas.
5. Niveladas las trabes, se colocarán las losas prefabricadas de concreto, mismas que servirán como cimbra para el colado de la capa de compresión de concreto reforzado, que será colado monolíticamente con el nudo de trabe-columna, así como la sección complementaria de las trabes.
6. Colocación de trabes y losas precoladas. Se procederá a la colocación de acero de refuerzo en losa y pantallas de atraque; así como la colocación de cimbra de madera en pantallas de atraque. Esta cimbra servirá para contener totalmente el material de colado, por lo que se procurará evitar al máximo el derrame o aporte de cualquier material de construcción hacia el mar. Adicionalmente y previniendo cualquier contingencia se contará con la malla geotextil aislando el área de trabajo.

En la **Figura II:20** se representa de manera gráfica el corte longitudinal de la plataforma, en el cual se muestra la composición y orden de las trabes, pilas y cabezales

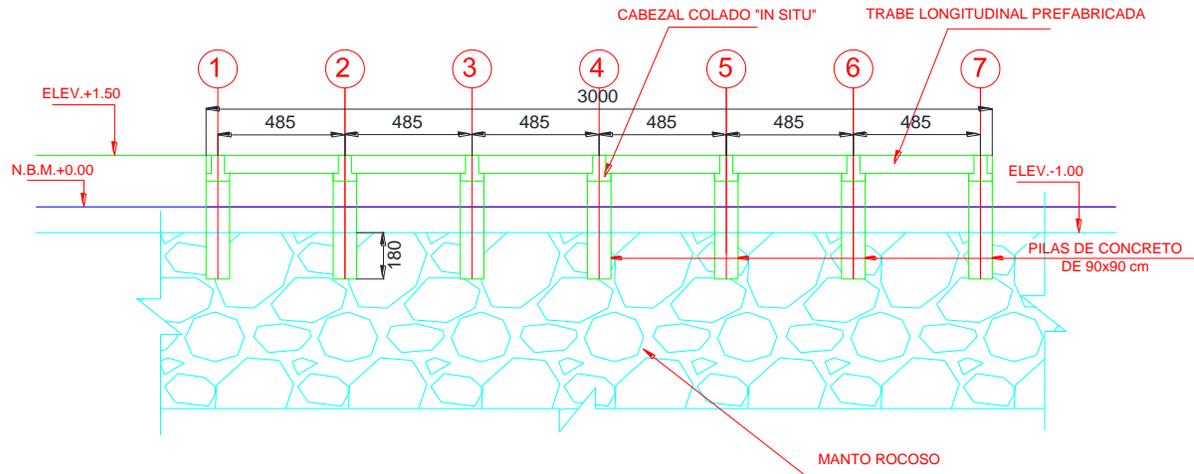


Figura II:20. Representación longitudinal de la plataforma y esquema general de travesaños y pilas.

- **Vaciado de concreto en losa**

Vaciado de concreto premezclado en losa y pantallas de atraque. Este vaciado se realizará cuidadosamente para evitar cualquier aporte de materiales de construcción hacia el área marina (Figura II:21).

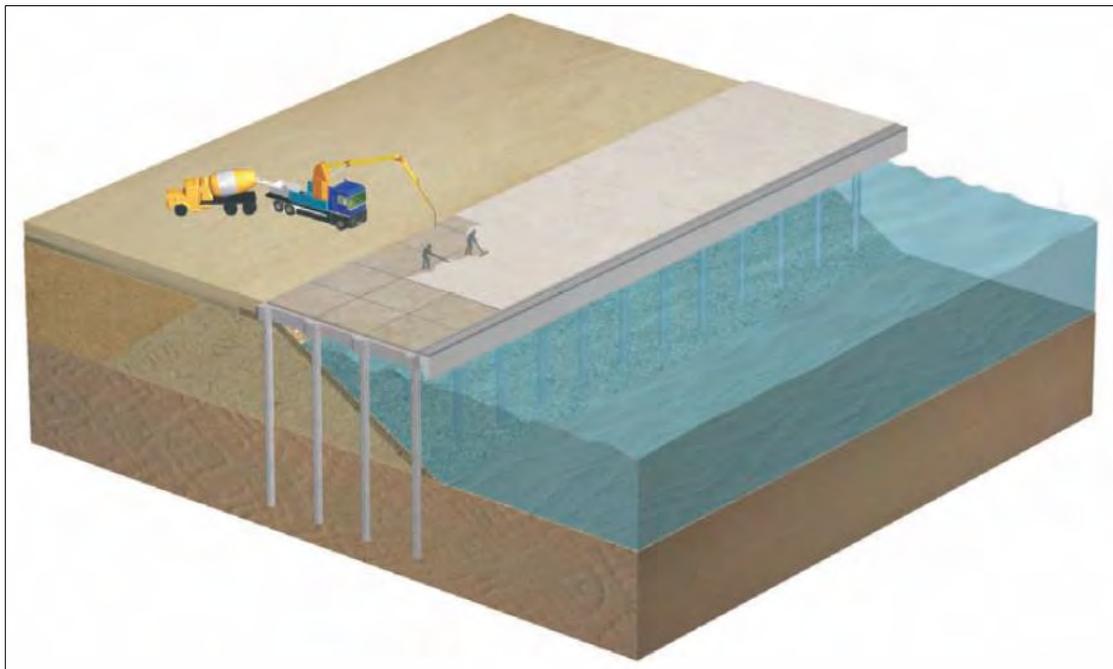


Figura II:21. Ejemplo del vaciado de concreto premezclado.

- **Instalación de bitas y pantallas de atraque para defensas**

Se colocarán las pantallas de atraque, que tendrán 1.00 metro de altura y 30 cm de espesor, quedando su lecho inferior separado 30 cm del nivel medio del mar. En ellas se instalarán las defensas de atraque a base de llantas usadas (**Figura II:22**).

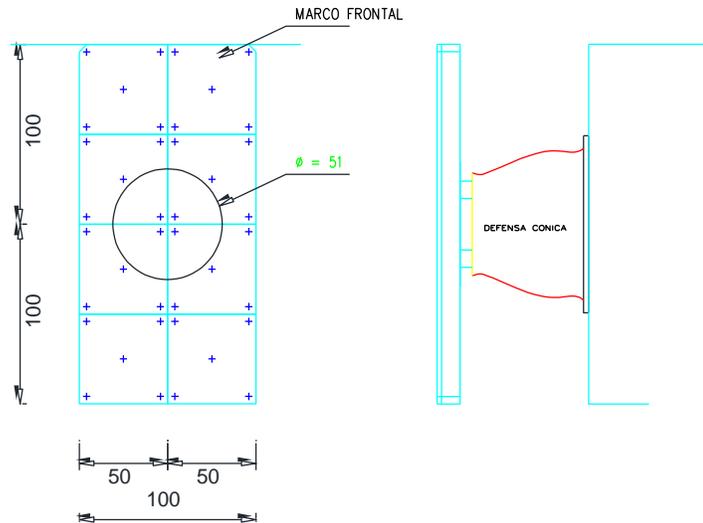


Figura II:22. Representación y dimensiones del panel frontal para colocación de defensas.

Las bitas de amarre son una forma simple y rentable de cumplir con los requisitos de seguridad de las embarcaciones. Su instalación es simple, se amurarán mediante anclaje químico, con pernos de hierro galvanizado que estarán instalados a una profundidad de 50 cm, para lo cual se deberá perforar el hormigón del muelle para la instalación de bitas, colocar las tuercas y contratuercas, más un punto de soldadura (**Figura II:23**).

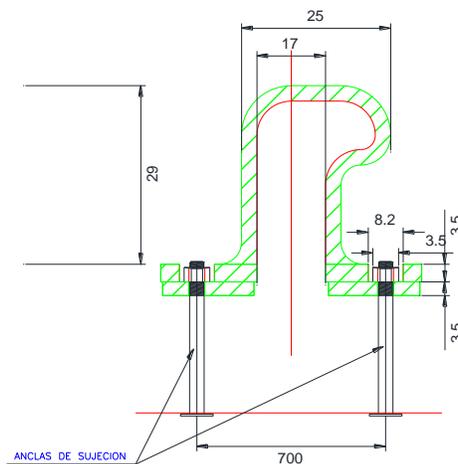


Figura II:23. Representación y dimensiones de las bitas a instalar en el muelle.

- **Pintura y acabados**

Se aplicará pintura vinílica en todo el costado perimetral en color blanco y franjas inclinadas en color negro. De igual forma las bitas de amarre, las posiciones de atraque serán pintadas conforme a los requerimientos del proyecto. Se tomarán las medidas necesarias para evitar derrame de pintura hacia el área marina.

- **Construcción de obras auxiliares (caseta de vigilancia y motor lobby)**

Una vez instaladas las plataformas se iniciará la construcción de la caseta de vigilancia y motor lobby. Estas obras permitirán administrar el acceso de los vehículos automotores, así como el acceso y salida del personal.

En resumen, en la **Figura II:24** se representa el diagrama de flujo de la etapa de preparación del sitio, así como en la **Figura II:25** las actividades involucradas en la etapa de construcción.

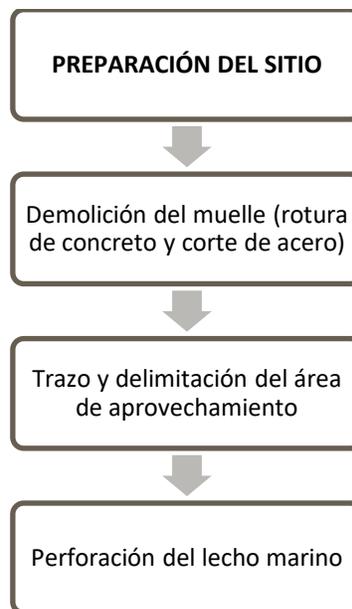


Figura II:23. Diagrama de flujo de la preparación del sitio.

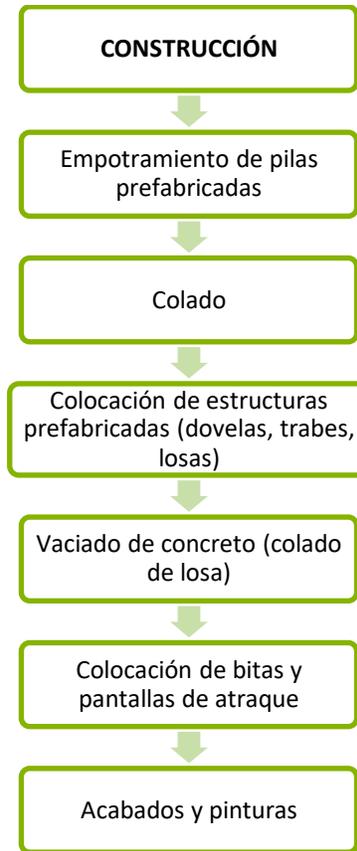


Figura II:25. Diagrama de flujo de la construcción del proyecto "Muelle Aldora Cozumel"

En la **Figura II:26** se representa gráficamente la instalación de las construcciones auxiliares las cuales son la caseta y el motor lobby para el acceso al muelle.

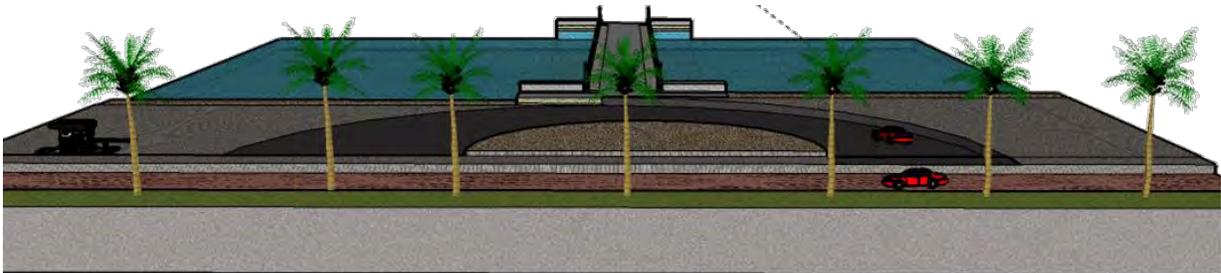


Figura II:26. Vista frontal del muelle con la presencia de las construcciones auxiliares.

En la **Figura II:27** se representa el acceso del muelle por el motor lobby de manera transversal.

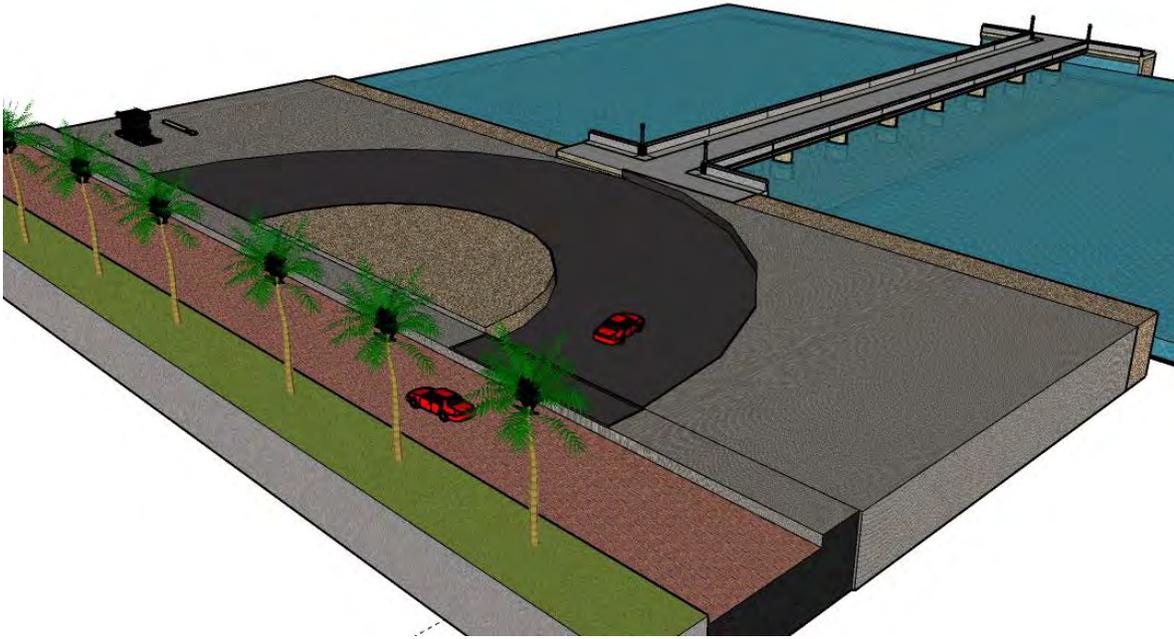


Figura II:27. Ejemplo de vista transversal del muelle con la presencia de las construcciones auxiliares.

A manera de ejemplo en la **Figura II:28** se representa la estructura y composición de la caseta de vigilancia a construir.

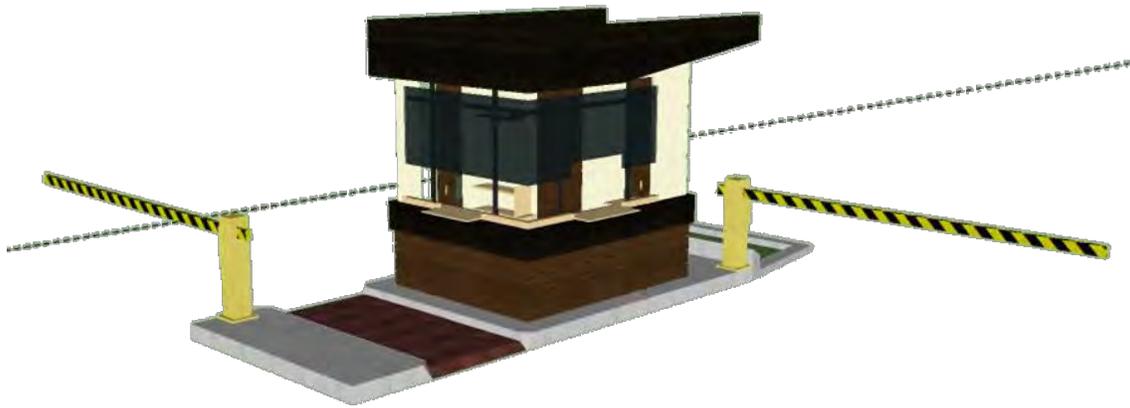


Figura II:28. Ejemplo de caseta de vigilancia.

II.2.7 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento consistirá en la recepción, atraque y permanencia temporal de las embarcaciones, barrido y recolección de residuos.

Las instalaciones se utilizarán para el atraque de embarcaciones, que se afirmarán en las bitas del muelle. Para el arribo, las naves se aproximarán de acuerdo al viento y las corrientes, ubicándose en una posición de atraque y sujetándose de las bitas mediante cuerdas. Para la salida de las embarcaciones, una vez cargadas y listas, se desamarrarán y para partir a su destino.

El mantenimiento del muelle consiste en recoger la basura que se encuentre sobre la plataforma, revisar el estado de las bitas, verificar el funcionamiento de las luces de posición y el estado general del muelle.

II.2.8 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al proyecto serán la instalación de una caseta de vigilancia para supervisar el acceso al puente, así como un motor lobby que permitirá el acceso de vehículos.

II.2.9 Etapa de abandono del sitio

No se tiene contemplado el abandono del proyecto, en por lo menos 50 años que es el tiempo estimado de vida útil del mismo. Así mismo, en caso de que la promotora pretenda continuar operando el proyecto, se llevarán a cabo los trámites y gestiones correspondientes para solicitar una ampliación de dicho plazo para continuar ejecutando la etapa operativa. En caso contrario, se presentará ante esta H. Autoridad, el programa de abandono del sitio correspondiente.

II.2.10 Utilización de explosivos

No se usarán explosivos en ninguna etapa del proyecto. Cabe reiterar que la demolición se realizará únicamente con equipo neumático y de corte con oxiacetileno, por lo que no se emplearán explosivos en esta actividad.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Se prevé en primer lugar, residuos peligrosos que consisten en recipientes que hayan contenido pinturas, solventes, lubricantes y combustibles, así como trapos y accesorios impregnados con éstos.

Por otra parte, se generarán residuos de la construcción y la demolición provenientes tanto de la demolición del muelle existente como de la construcción del nuevo muelle. Durante

el proceso de demolición del muelle existente, se producirán escombros o materiales reutilizables, reciclables o co-procesables. Los materiales reutilizables en procesos posteriores a la obra, producto de la demolición, son básicamente los áridos y minerales (restos de mampostería, placas de concreto, estructuras como vigas y columnas en concreto armado) que pueden usarse para relleno de excavaciones o con un mínimo de tratamiento; para obtener una reducción en el tamaño, puede servir como base o sub-base o cimentación de estructuras.

Los residuos que se espera generar, son aquellos de tipo inerte, considerados así, dado que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Estos residuos no son solubles ni combustibles, ni biodegradables, ni afectan a otras materias con las que entran en contacto contaminándolas ni perjudican a la salud humana.

En el **Cuadro II:11**, se presenta una clasificación de los distintos tipos de residuos que se espera generar durante las actividades de demolición.

Cuadro II:11. Residuos de manejo especial que espera generar en la demolición del muelle existente

Grupo	Clase	Componentes
I. Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concreto, arenas, gravas, mortero
	Residuos finos no expansivos	Residuos inertes, poco o no plásticos
II. Residuos de material fino	Residuos finos expansivos	Residuos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos
	Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, etc.
III. Otros residuos	Residuos metálicos	Acero, hierro, cobre, aluminio
	Residuos orgánicos	Residuos de arena marina

También se contempla la generación de residuos sólidos urbanos, entre los que se incluyen residuos de alimentos, papel, cartón, plásticos (PET, PEAD, PVC), madera, metales ferrosos y no ferrosos, aluminio, vidrio y sanitarios.

En el **Cuadro II:12** se presenta la clasificación de los residuos a generar por el proyecto, la etapa en la que se generarán. En el mismo cuadro se señala el rango de cantidades a generar y la competencia regulatoria del manejo de estos residuos.

Cuadro II:12. Clasificación de los residuos a generar por el proyecto.

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapa del proyecto	Cantidad	Competencia
Peligrosos	Recipientes que hayan contenido pinturas, solventes, lubricantes y combustibles, así como trapos y	Preparación del sitio y Construcción	De 400 kg a 10 ton anuales, en la etapa de construcción	Federal

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapas del proyecto	Cantidad	Competencia
De manejo especial	accesorios impregnados con éstos.			
	Residuos de la construcción y la demolición. (Pedacería de concreto y acero de refuerzo y materiales del muelle existente)	Preparación del sitio y Construcción	>10 ton anuales, en la etapa de construcción.	Estatad
Sólidos Urbanos	Residuos de alimentos, papel, cartón, plásticos (PET, PEAD, PVC), madera, metales ferrosos y no ferrosos, aluminio, vidrio y sanitarios.	Preparación del sitio, Construcción y Operación	>10 ton anuales (27.4 kg/día) en la etapa de construcción y <27.4 kg/día en la etapa de operación	En la construcción, por la cantidad que se espera generar, serán de competencia estatal. En la operación son de competencia municipal.

Se prevé un volumen de material producto de la demolición (concreto reforzado) con un aproximado de 205 m³, el cual se especifica en el **Cuadro II:13**.

Cuadro II:13. Volumen del material resultante de la demolición.

Concepto	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
Cabezo de muelle (1ra etapa)	102.70	69
Pasarela (2da etapa)	186.08	111
Plataforma de acceso (3ra etapa)	41.40	25
Total	330.18	205

II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

El origen, la infraestructura para el acopio, forma de recolección y destino de cada tipo de residuo se presenta en el **Cuadro II:14**.

Cuadro II:14. Forma de manejo de los residuos a generar durante el proyecto Muelle Aldora Cozumel

Tipo de residuos	Origen	Acopio	Recolección	Disposición final
Peligrosos	En las etapas de preparación del sitio y construcción. Particularmente en las actividades de acabados en el uso de la maquinaria.	Contenedores de diferentes capacidades según el tipo de residuo, resguardados en un almacén temporal diseñado para este propósito,	Empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección y transporte de residuos peligrosos.	Sitio de confinamiento autorizado por la SEMARNAT.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Tipo de residuos	Origen	Acopio	Recolección	Disposición final
		donde no podrán permanecer por más de seis meses.		
De manejo especial	En las etapas de preparación del sitio y construcción. Especialmente en la demolición del muelle existente.	Contenedores y espacios acondicionados para el acopio temporal en la porción terrestre del área del proyecto, desde donde serán recolectados diariamente por camiones de volteo.	Recolección diaria por un transportista autorizado para el transporte de materiales con camiones de volteo.	Sitio de tiro autorizado por el Ayuntamiento de Cozumel.
Sólidos Urbanos reciclables	En las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Contenedores de 200 L de capacidad etiquetados por tipo de residuos y provistos de tapa.	Recolección semanal por un recolector autorizado por la SEMA.	Centro de acopio autorizado por la SEMA
Sólidos Urbanos no reciclables	En las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Contenedores de 200 L de capacidad etiquetados por tipo de residuos y provistos de tapa.	Recolección semanal por un recolector autorizado por concesionario del Ayuntamiento de Cozumel	Relleno sanitario de Cozumel
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMA. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.				

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

III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

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

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

El proyecto consiste en la construcción de un muelle, el cual está incluido en la categoría de obras hidráulicas. Un análisis más detallado de las obras específicas que están comprendidas en la categoría señalada en esta fracción se presenta en el apartado correspondiente a la vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Artículo 5, fracción A), Inciso III).

Esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular se presenta con el objetivo de sujetar el proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para dar cumplimiento la fracción en comento.

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

El proyecto consiste en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones turísticas en un área que comprende una porción marina. De acuerdo con el análisis del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental en su artículo 5, fracción Q), que se presenta en el apartado correspondiente de esta MIA-P, este tipo de proyectos está incluido en la categoría de desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros, en términos del artículo tercero, fracción XIII Bis de la propia Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que establece:

ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XIII Bis. -Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

Consecuentemente, esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular se presenta con el objetivo de sujetar el proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para dar cumplimiento la fracción en comento.

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

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10

días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en su modalidad particular (MIA-P) con el objetivo de dar cumplimiento al artículo en comento, toda vez que el proyecto constituye obras incluidas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El proyecto no incluye obras ni actividades consideradas como altamente riesgosas en términos de los listados expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo que no requiere estudio de riesgo.

El contenido de la presente MIA-P corresponde a lo establecido por el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual se analiza en el apartado III.1.2 de la misma.

III.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

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

A) HIDRÁULICAS:

B)

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

El proyecto incluye en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones turísticas, dicho concepto de obra está contenida en la fracción en comento. Por la razón anterior, esta Manifestación de Impacto Ambiental se presenta con el objetivo de obtener la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de

Medio Ambiente y Recursos Naturales, y de esta forma dar cumplimiento a lo establecido por este artículo y fracción.

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;

b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

Dado que el proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones turísticas y no coincide con ninguno de los casos de excepción establecidos; éste se encuentra incluido dentro de las obras enlistadas en la fracción en comento, por lo que la presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta con el objetivo de obtener la autorización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental.

La presente MIA, se presenta en su modalidad Particular (MIA-P), en virtud de que el proyecto no corresponde a los supuestos establecidos en el artículo 11 del Reglamento, que a la letra dice:

Artículo 11.- *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

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 los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Lo anterior se motiva en el hecho de que el proyecto no consiste en el establecimiento de parques industriales ni proyectos que alteren cuencas hidrológicas, en un conjunto de obras ni puede ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas. Consecuentemente, el contenido de la presente MIA-P corresponde con lo establecido en el artículo 12 del reglamento que se vincula.

III.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Estas disposiciones son de orden público y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, considerando las definiciones contenidas en el Artículo 5, fracciones XXX, XXXII y XXXIII de la Ley en comento. En la etapa de operación, únicamente se generarán residuos sólidos urbanos. En el **Cuadro III:1** se presenta la clasificación de los residuos a generar por el proyecto, la etapa en la que se generarán y la competencia en su manejo de acuerdo a lo señalado en el Título Segundo de la LGPGIR.

Cuadro III:1. Clasificación de los residuos a generar por el proyecto.

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapas del proyecto	Competencia
Peligrosos	Recipientes que hayan contenido pinturas, solventes, lubricantes y combustibles, así como trapos y accesorios impregnados con éstos.	Preparación del sitio y Construcción	Federal
De manejo especial	Residuos de la construcción y la demolición	Preparación del sitio y Construcción	Estatal

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapa del proyecto	Competencia
¿Sólidos Urbanos	Residuos de alimentos, papel, cartón, plásticos (PET, PEAD, PVC), madera, metales ferrosos y no ferrosos, aluminio, vidrio y sanitarios.	Preparación del sitio, Construcción y Operación	En la construcción, por la cantidad que se espera generar, serán de competencia estatal. En la operación son de competencia municipal.

En relación a su competencia, el manejo de estos residuos se registrará por lo establecido en el Título Segundo de la LGPGIR de acuerdo al tipo de residuos a generar y a la categoría del proyecto como generador. Para establecer la categoría de generación del proyecto, considera lo establecido en las fracciones XII, XIX y XX del artículo 5 de esta Ley, las cuales se transcriben a continuación:

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XII. Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XIX. Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

En el **Cuadro III:2** se presenta la categorización del proyecto como generador de residuos de cada uno de los tipos establecidos en la LGPGIR.

Cuadro III:2. Categorización del proyecto como generador de residuos

Tipo de residuo	Generación	Categoría		Plan de manejo
		Etapa de construcción	Etapa de operación	
Residuos peligrosos	Menor de 400 kg anuales, en la etapa de construcción	Microgenerador	No generará	Requiere registro ante SEMARNAT, pero no plan de manejo.
Residuos de manejo especial	>10 ton anuales, en la etapa de construcción.	Gran Generador	No generará	Requiere Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para la etapa de preparación de sitio y construcción (Competencia estatal)
Residuos sólidos urbanos	>10 ton anuales (27.4 kg/día) en la etapa de construcción y <27.4	Gran generador	Pequeño generador	Requiere Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial en la etapa de construcción

kg/día en la etapa de
operación

(competencia estatal)

El proyecto no requiere la presentación del plan de manejo de residuos peligrosos, ya que no se prevé la generación de más de 10 toneladas de residuos de este tipo, por lo que no es un gran generador. Sin embargo, en su momento se registrará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como microgenerador, con lo que se dará cumplimiento al Artículo 47 de la LGPGIR, que establece:

Artículo 47.- *Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.*

Por otro lado, el almacenamiento de los residuos peligrosos, se sujetará a lo establecido los artículos 46 y 82 del Reglamento de la LGPGIR, en relación al diseño del almacén temporal y no se permanecerán en éste por un periodo mayor a seis meses, para dar cumplimiento al artículo 84 de este Reglamento.

Por lo que respecta a los residuos de manejo especial, provenientes de la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto, se sujetará el Plan de Manejo Integral de Residuos de competencia estatal a la autorización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.

III.1.4 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

Si bien el proyecto Muelle Aldora se caracteriza como un microgenerador de residuos peligrosos, en el presente documento se anexa un programa donde se plantean las estrategias a aplicar para el manejo de los residuos peligrosos a generar, para la formulación del programa se tomó en consideración el presente Artículo. Los residuos que se prevén generar están identificados con base en el artículo 31 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y son los siguientes (**Cuadro III:3**):

Cuadro III:3. Identificación de los residuos peligrosos a generar en el Proyecto señalados en la LGPGIR

Residuo	Etapa del proyecto
I. Aceites lubricantes usados;	Preparación del sitio y construcción
II. Disolventes orgánicos usados;	Preparación del sitio y construcción
III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;	No se generará
IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;	No se generará
V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;	No se generará
VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;	No se generará
VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;	No se generará
VIII. Fármacos;	No se generará
IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;	No se generará
X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;	No se generará
XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;	No se generará
XII. La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados;	No se generará

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

Los residuos peligrosos generados por el proyecto se manejarán de forma separada, diferenciada con la señalización correspondiente.

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Los residuos serán envasados de acuerdo a su estado físico y almacenados en las condiciones establecidas por el Reglamento y la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

Los envases que contienen residuos peligrosos se etiquetarán con la información señalada en este numeral, con una ficha de identificación similar a la que se muestra en la **Figura III:1**.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUO PELIGROSO

FECHA DE GENERACIÓN DEL RESIDUO: _____

GENERADOR: _____

NOMBRE DEL RESIDUO: _____

ESTADO FÍSICO: SÓLIDO _____ LÍQUIDO _____ SEMISÓLIDO _____

ESPECIFICAR QUE CARACTERÍSTICAS CORRESPONDE AL RESIDUO

					
Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable	Biológico

OBSERVACIONES: _____

Figura III:1. Ejemplo de ficha de identificación de residuo peligroso

- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

El almacenamiento de los residuos se realizará dando cumplimiento a lo estipulado en el artículo 82 del Reglamento en comento, el cual se vincula en este apartado.

- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

La recolección y transporte de los residuos peligrosos se realizará a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT, con lo que se cumplirá con este numeral.

- VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Se realizará el manejo integral de los residuos peligrosos, conforme a lo establecido por la LGPGIR y su Reglamento, así como las normas oficiales mexicanas. Los detalles de la forma de cumplimiento de estos instrumentos están indicados en los numerales correspondientes a su vinculación III.1.3, III.1.4 y III.4.2; así como en la descripción de las medidas de prevención y mitigación de impactos en el Capítulo VI.

- VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

Se dará aviso a la SEMARNAT cuando se haya finalizado la obra y la generación de residuos peligrosos, con lo que se dará cumplimiento a esta fracción.

- IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Se dará cumplimiento a las demás especificaciones del Reglamento de la forma en que se señala en su vinculación.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

Artículo 82.- *Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:*

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

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.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

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;

b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

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;

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

e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

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) 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) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, 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.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales

El diseño del almacén temporal de los residuos cumplirá con los requerimientos establecidos en este artículo. Los detalles de este diseño se presentan en la descripción de la medida de mitigación correspondiente al manejo de residuos que se presenta en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Artículo 84.- *Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.*

Los residuos peligrosos no permanecerán en el almacén temporal por más de seis meses. Transcurrido ese tiempo o previamente, serán recolectados y transportados por una empresa autorizada para tal efecto hasta el sitio para su disposición final.

III.1.5 Ley General de Vida Silvestre

La LGVS “es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.”

La presente ley reconoce derechos para los propietarios y poseedores de predios donde se encuentre la vida silvestre y establece la obligación de contribuir a conservar su hábitat y que las especies, poblaciones o ejemplares respectivos no sufran efectos negativos. De igual manera establece las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación.

Dada la naturaleza del proyecto el cual consiste en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones marinas, no se prevé la extracción de fauna o vegetación marina para su aprovechamiento. Previo a las actividades de preparación del

sitio y durante el proceso constructivo se efectuará un rescate y ahuyentamiento de fauna marina, así como la reubicación de la vegetación de pasto marino que pueda estar presenten en el área propuesta para la construcción del muelle, evitando posibles daños a la fauna y vegetación marina.

III.1.6 Ley General de Bienes Nacionales

La Ley General de Bienes Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2004, con una reforma publicada el 7 de junio de 2013, establece lo siguiente:

“Son bienes de uso común:

II.- Las aguas marinas interiores, conforme a la Ley Federal del Mar;

IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales y la Zona Federal Marítimo Terrestre, y

V.- La Zona Federal Marítimo Terrestre.”²

Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT, se le dará continuidad a los trámites y permisos pertinentes ante las autoridades correspondientes (ZOFEMAT, SCT, entre otras). Por qué, el presente proyecto no se contrapone con lo establecido en la ley.

III.1.7 Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar

El reglamento de dicha ley, que fue publicada en el DOF el 21 de agosto de 1991, menciona en su Artículo 5° sobre la responsabilidad de la Federación del mantenimiento, conservación y protección de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar, enunciando textualmente:

ARTÍCULO 5.- *Las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.*

² Ley General de Bienes Nacionales **Fuente especificada no válida..**

Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.”³

ARTÍCULO 55.- *De conformidad con lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 5o. de este Reglamento, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, otorgar concesiones, permisos y autorizaciones para el uso, aprovechamiento, ocupación y construcción de obras en el mar territorial, en las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, a cualquier depósito que se forme con aguas marítimas, lacustres o fluviales cuando formen parte de los recintos portuarios o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles y demás instalaciones a las que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.*

En caso de obras autorizadas por otras autoridades, que tengan que utilizar vías generales de comunicación por agua a que se refiere la fracción III del artículo 9o. de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos, deberán solicitar la conformidad previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La disposición del presente Reglamento es aplicable al presente proyecto. La obra del “Muelle Aldora” será previamente autorizado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales”, y posteriormente como se especifica en el segundo párrafo del Artículo 55 del presente reglamento, se deberá solicitar la conformidad ante la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

III.1.8 Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

La Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, es de jurisdicción federal. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014, y la interpretación de sus disposiciones corresponde a la Secretaría de Marina para efectos administrativos. Debido a la naturaleza de los trabajos en el presente proyecto, corresponde al promovente tramitar los permisos correspondientes, toda vez que el Artículo 3 de la Ley enuncia lo siguiente:

³Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar **Fuente especificada no válida..**

“ARTÍCULO 3.- *Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes: (...)*

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

Con respeto al presente artículo de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, el proyecto denominado “Muelle Aldora”, debido al rubro es considerado como un vertimiento en términos de la ley.

ARTÍCULO 19.- *Para efectuar un vertimiento se requiere de permiso otorgado por la Secretaría en los términos y condiciones que establece la presente Ley, debiendo el interesado presentar lo siguiente:*

II. Autorización en materia de impacto ambiental, expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

El presente Estudio de Impacto Ambiental tiene como propósito obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto “Muelle Aldora” ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales para posteriormente darle continuidad a la gestión de permiso ante la SEMAR en términos del presente artículo.

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)⁴

“El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF) y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se

⁴Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Diario Oficial de la Federación 7 de septiembre de 2012.

reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales” (SEMARNAT, 2016).

El proyecto se ubica en la Región Ecológica número 17.33, dentro de los límites de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 62 llamada “Karst de Yucatán y Quintana Roo” (**Figura III:2**) cuya localización abarca el oeste, centro, norte y este de Yucatán y centro, norte y noreste de Quintana Roo, tiene una extensión total de 59,542.35 km². La UAB en mención tiene una política ambiental de “Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable”. Los rectores del desarrollo son la preservación de flora, fauna y turismo.

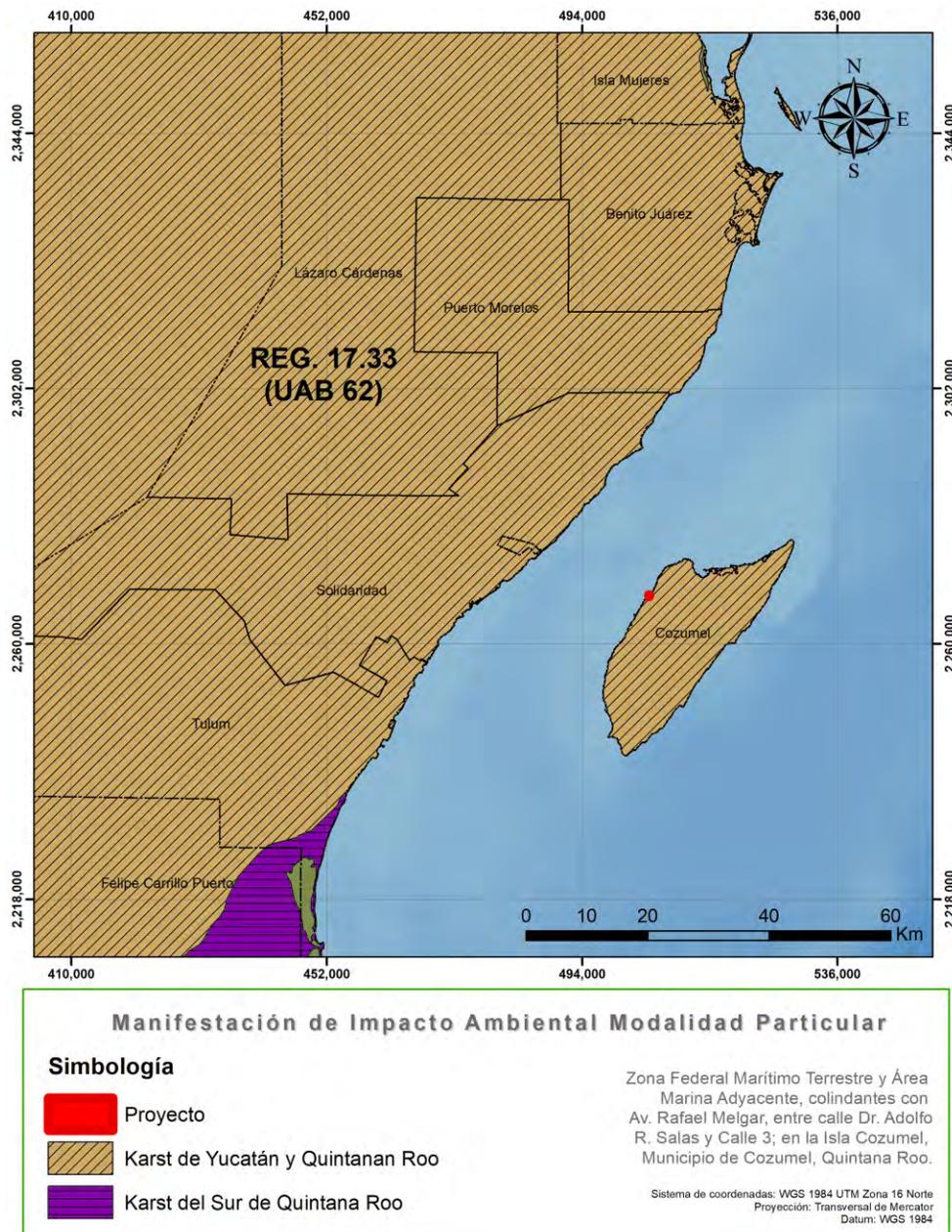


Figura III:2. Ubicación de la región ecológica 17.33 (UAB 62).

La ficha de la región se presenta en la **Figura III:3**.

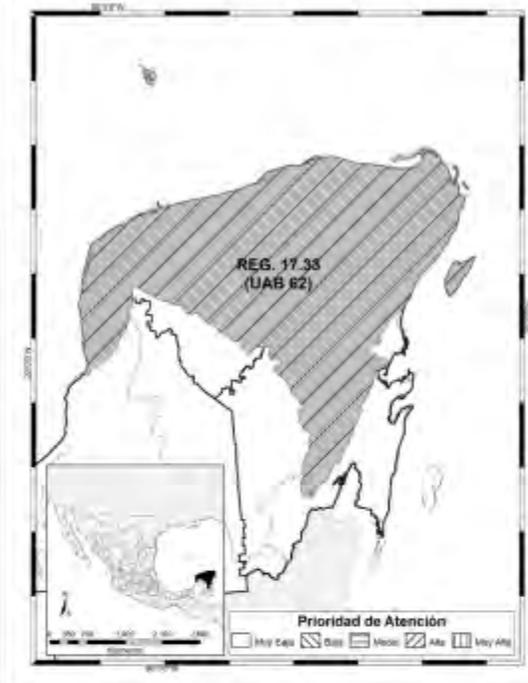
	REGION ECOLOGICA: 17.33 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo				
	Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo				
Superficie en km²: 59,542.35 Km ²		Población Total: 2,982,494 hab		Población Indígena: Maya	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:		Inestable a Crítico			
Política Ambiental:		Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de Atención:		Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Figura III:3. Ficha de la región ecológica 17.33 (UAB 62).

De acuerdo al texto del propio Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), por su escala y alcance, dicho instrumento no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

De lo anterior se desprende que las estrategias y acciones establecidas en el POEGT no están dirigidas a los proyectos de particulares sino a las autoridades y dependencias de gobierno encargadas de la planeación territorial, teniendo así, la función de orientar a las entidades públicas para establecer los lineamientos de los instrumentos de planeación en el ámbito de su competencia.

Las estrategias generales de la UAB No. 62 y su vinculación se indica a continuación:

Estrategias UAB 62		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	1. Para promover la conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad, especialmente la conservación de las poblaciones de especies que se encuentran bajo algún régimen de protección con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementarán y ejecutarán los siguientes programas: -Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina -Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos Con el cumplimiento y seguimiento de dichos programas se da cumplimiento al presente numeral.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	2. Con referencia a los Estudios de Caracterización Marina en el área de influencia del proyecto “Muelle Aldora Cozumel”, las especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

Estrategias UAB 62		Vinculación																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Familia</th> <th>Nombre científico</th> <th>Nombre común</th> <th>Categoría</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Magnoliophyta</td> <td><i>Halodule wrightii</i></td> <td>Pasto marino</td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Syringodium filiforme</i></td> <td>Pasto marino de manatí</td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td><i>Thalassia testudinum</i></td> <td>Pasto marino de tortuga</td> <td>Protección especial</td> </tr> <tr> <td>Merulinidae</td> <td><i>Orbicella annularis</i></td> <td>Coral de estrellas rocoso o masivo</td> <td>Amenazada</td> </tr> <tr> <td>Scaridae</td> <td><i>Sparisoma viride</i></td> <td>Pez loro semáforo</td> <td>Protección especial</td> </tr> </tbody> </table>	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría	Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial	Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada	Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría																								
Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada																								
	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada																								
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial																								
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada																								
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial																								
		<p>Para promover la recuperación de los individuos que se encuentran bajo algún régimen de protección con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementarán y ejecutarán lo presentes programas: “Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina” y el “Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos”. Con el cumplimiento y seguimiento de dichos programas se da cumplimiento a la presente estrategia.</p>																									
	<p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>3. Para la elaboración del presente documento se realizaron Estudios de Caracterización Marina en el área de influencia del proyecto “Muelle Aldora Cozumel”, cuya descripción del área de estudio, metodología y resultados obtenidos se presentan en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. En cuanto el monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad, los Programas antes citados proponen una etapa de monitoreo para evaluar los resultados que se en su momento se obtendrán y a su vez como forma de controlar que se estén logrando los resultados esperados por los Programas, de lo contrario se replantearía en su momento y de ser necesario las estrategias descritas en ellos.</p>																									
<p>B) Aprovechamiento sustentable</p>	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p>	<p>El proyecto consiste en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones. Durante su realización se adoptarán las medidas necesarias para que su ejecución sea de manera sustentable y minimice los impactos a los ecosistemas adyacentes. El proceso constructivo se describe en el Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las medidas preventivas y de mitigación para que el presente proyecto sea sustentable, se describen en el Capítulo VI.</p>																									

Estrategias UAB 62	Vinculación	
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no incluye el aprovechamiento de suelos agrícolas ni pecuarios, por lo que este numeral no le es aplicable.	
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto no incluye ningún tipo de actividad agrícola ni pecuaria, por lo que este numeral no le es aplicable.	
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Este numeral no aplica al proyecto ya que, por su naturaleza y las condiciones de su área de influencia, no requiere la remoción de vegetación y cambio de uso del suelo. En consecuencia, no requiere la forestación ni reforestación con restauración de suelos, ya que casi la totalidad del proyecto se establecerá en un área marina y la parte terrestre se encuentra en un área urbana, por lo que no presenta vegetación forestal.	
8. Valoración de los servicios ambientales.	En el capítulo V se presenta una síntesis de los costos de ejecución de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el proyecto. El costo total de la propuesta de mitigación resultó en \$584,000.00 (quinientos ochenta y cuatro mil pesos, 00/100 M.N) para el primer año en la etapa de preparación del sitio, con dicho monto se pretenden ejecutar las acciones necesarias para mitigar los posibles impactos al ecosistema y conservar los servicios ambientales prestados por este a la sociedad.	
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto no incluye la perforación de nuevos pozos domésticos para la extracción de agua del acuífero, con lo que así se cumple con el numeral.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El proyecto no incluye la perforación de nuevos pozos domésticos para la extracción de agua del acuífero, con lo que así se cumple con el numeral.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	El proyecto no incluye el uso de presas, por lo que el numeral no es aplicable al proyecto.
	12. Protección de los ecosistemas.	Se proponen medidas de mitigación y compensación de impactos generados por la ejecución del proyecto, con lo que se cumplirá este numeral. Dentro de las actividades o medidas a implementar: el Programa de Rescate de Fauna Marina y Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, previo al inicio de actividades, así como la instalación de mallas antidispersión.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y	El proyecto no incluye el uso de agroquímicos ni de biofertilizantes, por lo que el numeral no es aplicable al proyecto.

Estrategias UAB 62		Vinculación
	promover el uso de biofertilizantes.	
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Este numeral no aplica al proyecto ya que, por su naturaleza y las condiciones de su área de influencia, no requiere la remoción de vegetación y cambio de uso del suelo. En consecuencia, no requiere la forestación ni reforestación con restauración de suelos, ya que casi la totalidad del proyecto se establecerá en un área marina y la parte terrestre se encuentra en un área urbana, por lo que no presenta vegetación forestal. Por lo anterior, el numeral no le es aplicable al proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El proyecto consiste en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones, no se pretende desarrollar la gestión de instrumentos de política en apoyo al turismo, sin embargo, el proyecto no contraviene el numeral en cuestión.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto consiste en la construcción de un muelle, no en el desarrollo de política en temática turística, sin embargo, el proyecto no contraviene el numeral en cuestión.
	23. Sustener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
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, bien estructuradas y menos costosas.	Aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión. De igual forma, la construcción del muelle es de sector privado y se ha tomado en cuenta desde su planeación la zona donde se desarrollará para cumplir con todos los instrumentos de regulación urbana y ambiental.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de	El proyecto consta en la construcción de un muelle no de estrategias para el desarrollo urbano, sin embargo, la ejecución de la estrategia corresponde al sector

Estrategias UAB 62	Vinculación	
<p>suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	<p>gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.</p>	
<p>E) Desarrollo Social</p>	<p>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.</p>	<p>El proyecto en comento consiste en la construcción de un muelle y no de una actividad productiva, sin embargo aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.</p>
	<p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>	<p>La ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, además de que el proyecto no se insertará en núcleos agrarios ni en localidades rurales por lo que el numeral no le es aplicable al proyecto.</p>
	<p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p>	<p>Aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.</p>
	<p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p>	<p>El proyecto en comento consiste en la construcción de un muelle y no de una actividad de sector salud, sin embargo, aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.</p>
	<p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades.</p>	<p>Aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.</p>

Estrategias UAB 62		Vinculación
	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	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, además de que el proyecto no incluirá actividades en propiedades rurales, por lo que el numeral no le es aplicable al proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	La ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, además de que el proyecto no incluirá actividades agrarias ni similares, por lo que el numeral no le es aplicable al proyecto.
	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.	Aunque la ejecución de la estrategia corresponde al sector gubernamental, el proyecto no contraviene la estrategia en cuestión.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

De acuerdo con la cartografía del POEMyRGMMyMC, el proyecto pretende ubicarse en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) 141 y 178, correspondientes a la parte Regional y Marina del mismo programa, respectivamente. En la **Figura III:4** se presenta el mapa de ubicación del proyecto en relación al POEMyRGMMyMC.

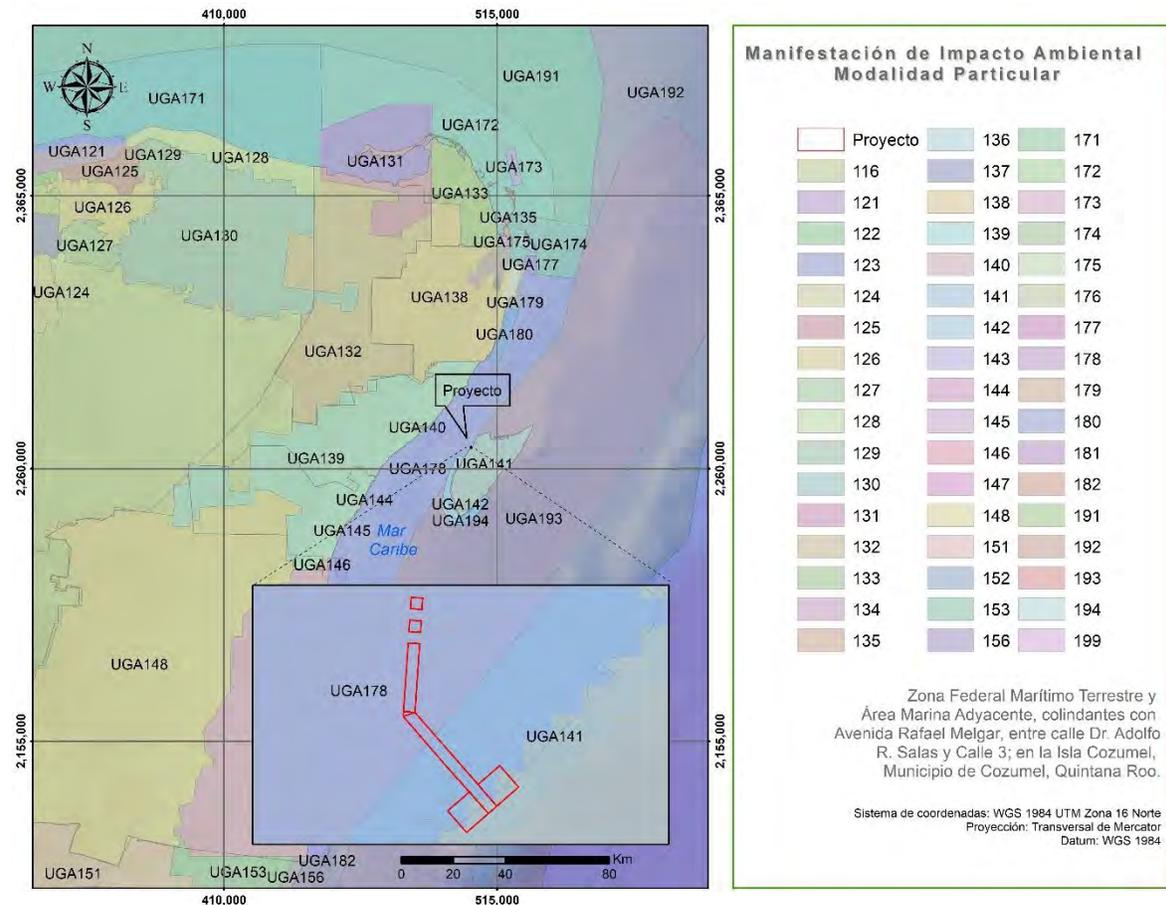


Figura III:4. Ubicación del proyecto en relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, correspondiente a las UGA's 141 y 178.

III.2.2.1 Acciones generales aplicables a la UGA 141 (Cozumel) y 178 (Zona Marina de Competencia Federal).

Las acciones generales son aplicables a las dos UGA's en las que se ubica el proyecto (141 y 178). A continuación, se presenta la vinculación con cada uno de las 65 acciones generales de este Programa de Ordenamiento.

Clave	Acción
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con CONAGUA y autoridades competentes.

El proyecto no hará uso de agua potable en su etapa de operación, dada la naturaleza del mismo. En la construcción el agua requerida se abastecerá por pipas con proveedores autorizados. Si bien, el presente criterio les corresponde a las autoridades encargadas de la administración del recurso hídrico, el proyecto no se contraviene con lo establecido.

Clave	Acción
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales en coordinación con CONAGUA y las autoridades competentes.

La promoción del pago por servicios ambientales es competencia de las autoridades encargadas de la formulación y ejecución de las políticas públicas en la materia. Por lo que la presente acción no es aplicable al proyecto. Si bien, el presente criterio les corresponde a las autoridades encargadas a los pagos de servicios ambientales, el proyecto no se contraviene con lo establecido.

Clave	Acción
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.

Esta acción general no le es aplicable al proyecto, toda vez que éste no implica la producción ni comercialización de especies de vida silvestre a través de la creación de una UMA, el objetivo del proyecto es la construcción de un muelle.

Clave	Acción
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.

El proyecto no incluye actividades extractivas de flora y fauna silvestre, por lo que esta acción general no le es aplicable. Sin embargo, previo al proceso constructivo del muelle se realizarán actividades rescate y reubicación de fauna y vegetación marina ejecutados a partir del seguimiento de Programas anexos al presente estudio.

Clave	Acción
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.

El proyecto no se relaciona con actividades de producción forestal o alguna que implique el establecimiento de bancos de germoplasma, por lo tanto, esta acción general no le es aplicable. Por otro lado, esta acción general es competencia de las autoridades encargadas de la gestión y producción forestal, por lo que el promovente no tiene responsabilidad alguna en su aplicación.

Clave	Acción
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Se proporcionará mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo utilizado para la preparación del sitio y la construcción del proyecto, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Clave	Acción
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.

Esta acción general es aplicable para las autoridades encargadas de la planificación y administración pública. Sin embargo, el proyecto no contraviene con lo establecido.

Clave	Acción
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.

Esta acción general no es aplicable al proyecto, ya que el mismo no incluye el uso de organismos genéticamente modificados en ninguna de sus etapas.

Clave	Acción
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

El proyecto es congruente con los instrumentos de planeación de la infraestructura y, por la estructura de su construcción y las condiciones de su área de influencia, no provocará la fragmentación del hábitat terrestre ni marino.

Clave	Acción
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.

Esta acción general no es aplicable al proyecto, ya que no consiste en la realización de actividades agropecuarias en ninguna de sus etapas.

Clave	Acción
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.

Se proponen medidas de mitigación y compensación de impactos generados por la ejecución del proyecto, con lo que se cumplirá esta acción. Dentro de las actividades o medidas a implementar un Programa de Rescate de Fauna Marina y Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, previo al inicio de actividades, así como la instalación de mallas antidispersión.

El primero de estos programas, el Programa de Rescate de Fauna Marina, tiene el objetivo general de establecer las acciones y medidas que se efectuaran para el ahuyentamiento,

rescate y reubicación de la fauna marina presente en el área del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” y los objetivos específicos de prevenir la afectación de la fauna marina pelágica (peces) mediante ahuyentamiento natural durante la ejecución de las obras del proyecto; prevenir la afectación de la fauna marina de lento desplazamiento con la captura y reubicación de los especímenes de forma previa a la demolición del muelle existente y perforación del lecho marino; e implementar programas de capacitación a los trabajadores de la obra para evitar la caza, captura o perturbación de especies de fauna presentes en el área involucrada al proyecto.

Con respecto a la riqueza de especies encontradas en el sitio de estudio, se registraron 6 grupos de invertebrados en las cuatro zonas del área de estudio, siendo estos anémonas, crustáceos, equinodermos, esponjas, gusanos y moluscos. Se registró un total de 12 especies de invertebrados, pertenecientes a 12 géneros y 12 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 4 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies registradas fue Psom, con 8 (**Cuadro III:4**).

Cuadro III:4. Listado de especies de invertebrados y registro de presencia/ausencia en los ambientes del área de estudio.

Grupo	Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>		E	A	
	Aiptasiidae	<i>Bartholomea</i>	<i>annulata</i>				C
	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>			C	
Crustáceo	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>		A	A	C
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>		C	C	
Equinodermo	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>		E		
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>		C		
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fulva</i>	D			D
Esponja	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>	A			
			<i>felix</i>			C	
			<i>strobilina</i>				C
	Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>			C	
Gusano	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>	C			C
			<i>costatus</i>		D	D	
Molusco	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>gigas</i>		A	D	C
Número de especies				4	7	8	6

Las especies susceptibles de captura y reubicación corresponden a las especies marinas de bentónicas o de lento desplazamiento que pudieran encontrarse en las áreas de afectación del proyecto. Se eligieron aquellas especies que no sean sensibles a la manipulación y presenten baja mortalidad cuando son removidos del sitio donde se encuentran. A continuación, se presentan las especies que se registraron en los estudios, y que, en caso de encontrarse dentro del área de influencia del proyecto, serán susceptibles de captura o colecta y reubicación en zonas seguras (**Cuadro III:5**).

Cuadro III:5. Listado de especies susceptibles de captura o colecta y reubicación en las áreas de influencia de la instalación del proyecto

Grupo	Familia	Género	Especie
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>
	Aiptasiidae	<i>Bartholomea</i>	<i>annulata</i>
	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>
Crustáceo	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>
Equinodermo	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fulva</i>
	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>
Esponja	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i> <i>strobilina</i>
	Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>
Gusano	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>
Molusco	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>costatus</i>
			<i>gigas</i>

En relación a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con referencia a la modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la presente Norma, publicado el 14 de noviembre de 2019, las especies de fauna marina presentes en el área del proyecto que tienen alguna categoría respecto a la Norma, son las siguientes (**Cuadro III:6**):

Cuadro III:6. Listado de especies de fauna presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

En cuanto a los resultados esperados, las medidas que se tomarán para garantizar la sobrevivencia de los organismos comenzarán desde la aplicación correcta de las técnicas de captura y manejo de fauna marina, evitando en la medida de lo posible que los organismos sean sujetos a estrés innecesario durante su captura, manejo, transportación y liberación; es decir, que los organismos no estén expuestos a la intemperie. El tiempo de captura, traslado y liberación de los organismos no debe ser mayor a una hora. Antes de ser liberados, se asegurará que las especies capturadas se encuentren sanos y en buenas condiciones.

Aun cuando las medidas propuestas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares a reubicar son prácticas y seguras, siempre que se manipulan ejemplares vivos y se mantienen en condiciones de cautiverio, aunque sea por periodos cortos de tiempo, existe un riesgo asociado. En caso de que la tasa de mortalidad durante la manipulación de los organismos sea superior al 15%, se suspenderán las actividades de rescate y se hará una revisión de

todos los procedimientos involucrados en el programa, a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

En cuanto a los tiempos y duración de este programa, las actividades de rescate, se efectuarán durante el periodo que dure la cimentación de la estructura, es decir hasta el año 11 de la etapa de construcción. El registro de los índices de seguimiento y eficiencia se efectuará durante los 15 años programados para la ejecución del proyecto, y la evaluación del éxito del programa se realizará del año 12 al 15 de construcción, así como durante los primeros 10 años de la operación del proyecto.

Por otra parte, el Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos tiene el objetivo general de implementar y ejecutar actividades para la preservación y conservación de vegetación marina que se encuentre bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o con alguna importancia ecológica y los objetivos específicos de rescatar especies de vegetación marina presentes en las zonas de instalación del muelle que sean representativas del ecosistema a modificar, con especial énfasis en las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; reubicar a las especies rescatados hacia áreas idóneas para su trasplante; monitorear las actividades de rescate, reubicación y trasplante con el fin de obtener resultados positivos, aplicando actividades de mejora continua durante el desarrollo del programa; y, promover la conservación de la vegetación marina de importancia legal, ecológica, ornamental o cultural, que, a su vez, contribuya a la conservación de la biodiversidad.

Con base en el análisis y los criterios anteriormente mencionados, se identificaron 3 especies susceptibles de rescate, mismas que se listan en el **Cuadro III:7**. Como puede observarse, del listado general de especies identificadas en la superficie caracterizada se excluyeron las algas verdes, pardas y rojas, así como la especie de cianobacteria identificada, conservando dentro de las especies susceptibles de rescate solamente las especies que se encuentra categorizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son los pastos marinos.

Cuadro III:7. Listado de especies que se propone rescatar al interior del predio del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
Magnolipphyta	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial

La elección de la técnica de rescate se realizará por medio del análisis de las condiciones físicas, tanto del suelo en las que se encuentren los individuos seleccionados, como de los individuos mismos (una de ellas el estado de sus raíces y rizomas. Estas consideraciones son

esenciales para lograr un rescate exitoso. Las técnicas pueden ser: Rescate por corte y formación de camas, Plantación en gaviones con bolsillos de malla, trasplante por guías y siembra de semillas.

Clave	Acción
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.

El proyecto no consiste en la ubicación o reubicación de un parque industrial, por lo que no le es aplicable esta acción general.

Clave	Acción
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.

No se realizará la introducción de especies potencialmente invasoras en ninguna etapa del proyecto, con lo que se cumplirá con esta acción general.

Clave	Acción
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.

El proyecto no se desarrollará en un río ni en alguno de sus márgenes, ya que el proyecto se desarrollará en un área contigua al mar, por lo que no es aplicable esta acción general.

Clave	Acción
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

Por su naturaleza, esta acción general no aplica al proyecto, además de que no existen ríos en el sistema ambiental en el que se encuentra.

Clave	Acción
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.

El proyecto no se desarrollará en un sitio que presente laderas de montaña y, por su naturaleza, no requiere actividades de reforestación. Por estas razones la acción general en comento no le es aplicable.

Clave	Acción
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.

El proyecto no incluye la realización de actividades agrícolas, por lo que esta acción general no le es aplicable.

Clave	Acción
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de aguas nacionales.

No existen cauces naturales en el sistema ambiental del proyecto. Adicionalmente, el proyecto, por sus características, no requiere la realización de actividades de recuperación de la vegetación. Por estas razones, la acción general en comento, no le es aplicable.

Clave	Acción
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.

Esta acción general es aplicable en la elaboración de planes o programas de desarrollo urbano, por lo que no es aplicable al presente proyecto dada la naturaleza del mismo.

Clave	Acción
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.

El proyecto no se desarrollará en riberas de ríos ni zonas inundables asociadas a ellos, por lo que no le es aplicable la acción general en comento.

Clave	Acción
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.

El proyecto no incluye la realización de actividades productivas ni extractivas, por lo que esta acción general no le es aplicable.

Clave	Acción
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.

El proyecto no consiste en alguna actividad productiva, por lo que no le es aplicable la acción general en comento.

Clave	Acción
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.

El proyecto no consiste en la realización de actividades productivas ni requiere el control de plagas, por lo que esta acción general no le es aplicable.

Clave	Acción
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de exsumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.

Esta acción general no aplica al proyecto ya que, por su naturaleza y las condiciones de su área de influencia, no requiere la remoción de vegetación y cambio de uso del suelo. En consecuencia, no requiere la forestación ni reforestación con restauración de suelos.

Cabe señalar que el sitio no es un terreno forestal y no constituye un exsumidero forestal de carbono, ya que casi la totalidad del proyecto se establecerá en un área marina y la parte terrestre no presenta vegetación forestal.

Clave	Acción
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.

Por las condiciones del área de influencia y por la naturaleza del proyecto, éste no requiere el uso de especies nativas, toda vez que no consiste en la realización de actividades productivas. Por esta razón la acción general que se vincula no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).

No aplica al proyecto, ya que se encuentra casi totalmente en un área marina. La porción ubicada la zona federal marítimo terrestre no presenta vegetación de dunas costeras y se mantendrá en tránsito a través de ella. En todo caso, la conectividad del medio marino se mantendrá entre los pilotes del muelle.

Clave	Acción
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.

Para la etapa de construcción se utilizará la tecnología que presente el menor impacto posible. Para la etapa de operación, el combustible usado por las embarcaciones que pernoctarán en el muelle son responsabilidad de los propietarios u operadores de las mismas. La presente acción general, en realidad es competencia de las autoridades encargadas de la planeación y promoción de las políticas públicas en materia energética por lo que no es directamente aplicable al proyecto. Es importante mencionar que en el muelle no se efectuarán actividades de carga o descarga de combustibles.

Clave	Acción
G028	Promover el uso de energías renovables.

Para la etapa de construcción se utilizará la tecnología disponible que presente el menor impacto posible. Para la etapa de operación, el combustible usado por las embarcaciones a las que dará servicio el muelle son responsabilidad de los propietarios u operadores de las mismas. Esta acción general, en realidad es competencia de las autoridades encargadas de la planeación y promoción de las políticas públicas en materia energética por lo que no es directamente aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.

Durante la etapa de construcción se adoptarán medidas para el aprovechamiento sustentable de la energía. Sin embargo, esta acción es aplicable a las autoridades encargadas de la planeación y fomento de las políticas en materia energética.

Clave	Acción
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.

Durante la etapa de construcción se adoptarán medidas para uso de equipos energéticamente eficientes. Sin embargo, esta acción general es aplicable a las autoridades encargadas de la planeación y fomento de las políticas en materia energética

Clave	Acción
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.

Para la etapa de construcción se utilizará la tecnología disponible que presente el menor impacto posible. Para la etapa de operación, el combustible usado por las embarcaciones que pernoctaran en el muelle son responsabilidad de los propietarios u operadores de las mismas. Esta acción general, en realidad es competencia de las autoridades encargadas de la planeación y promoción de las políticas públicas en materia energética por lo que no es directamente aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.

No aplica al proyecto. Los equipos disponibles para realizar las actividades de construcción no incluyen el uso del hidrógeno como fuente de energía. Además, la presente acción general es aplicable a las autoridades encargadas de la formulación y promoción de las políticas en materia energética.

Clave	Acción
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.

Por las características del proyecto, esta acción general no le es aplicable. Adicionalmente, dicha acción es aplicable a las autoridades encargadas de la formulación y promoción de las políticas en materia energética y del fomento de la investigación y desarrollo tecnológico.

Clave	Acción
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.

El proyecto no consiste en la construcción de viviendas o edificaciones, el objetivo del presente proyecto es la construcción de un muelle, por lo cual, la presente acción general no es aplicable.

Clave	Acción
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.

El proyecto consta de la construcción de un muelle no de la construcción o instalaciones domésticas, dicho esto la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.

El presente proyecto no pretende el desarrollo de instalaciones industriales, por lo cual la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle, lo cual no corresponde al rubro agrícola; por dicha razón la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.

Las actividades de construcción del proyecto se efectuarán en la zona marina y no en la zona continental, por lo cual no se considera la presente acción aplicable al proyecto. De igual forma de acuerdo con el Anexo 6 del POERYMGMyMC la ejecución de esta acción le compete a la SEMARNAT y a la SAGARPA.

Clave	Acción
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.

La presente acción es para la observancia de las autoridades o instituciones competentes de la planeación ambiental (SEMARNAT, Estados, Municipios), por lo cual no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

El proyecto no contempla la ejecución de actividades industriales, por lo cual esta acción no es aplicable.

Clave	Acción
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.

La presente acción general es para la observancia de las autoridades o instituciones encargadas de la planeación de desarrollo urbano (SEDESOL, Estados, Municipios), por lo cual no es aplicable al proyecto, ya que este consiste en la construcción de un muelle y no de un proyecto urbano.

Clave	Acción
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle, no tiene fines industriales lo cual no habrá generación de RETC, por lo cual no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.

La acción es observancia de las autoridades competentes en materia de pesca (SEMARNAT, SAGARPA) dicho esto el proyecto no es aplicable al proyecto, aunado a esto la construcción del muelle no es con fines de pesquería.

Clave	Acción
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.

A pesar de que el proyecto consiste en la construcción de un muelle, éste no será usado para fines de actividades pesqueras (producción o comercialización de especies pesqueras), por dicha razón la acción no aplica al proyecto.

Clave	Acción
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.

Dada la naturaleza del proyecto la presente acción no es aplicable. Las autoridades federales, estatales y municipales son las encargadas del servicio de transporte público (SCT, SEDESOL, Estados, Municipios).

Clave	Acción
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.

La presente acción es de observancia para las autoridades competentes en materia de transporte (SCT, SEDESOL, Estados, Municipios) lo cual no es aplicable con el proyecto.

Clave	Acción
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.

El proyecto no tiene como objetivo la realización de actividades productivas, de igual forma esta acción es de observancia de las autoridades competentes (SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios) por dicha razón no es aplicable al proyecto la presente acción.

Clave	Acción
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.

Esta acción es de observancia para las autoridades federales, estatales y municipales encargadas en la planeación del desarrollo y protección civil (SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado) sin embargo, se establecerán medidas para la respuesta ante emergencias o eventualidades por desastres naturales.

Clave	Acción
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

La acción en comento es de cumplimiento de las autoridades correspondientes (SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado) sin embargo, se establecerán medidas internas de protección civil durante el desarrollo del proyecto.

Clave	Acción
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos

El proyecto consiste en la construcción de un muelle, no se realizará la construcción de casas habitaciones, lo cual, la presente acción general no es aplicable.

Clave	Acción
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

Durante las etapas del proyecto se implementarán estrategias específicas para el manejo de los residuos. De ser requerido un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos o Manejo Especial, este se ingresará ante la autoridad Estatal o Municipal para su revisión y autorización correspondiente.

Clave	Acción
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).

Durante la ejecución del proyecto se efectuarán estrategias específicas para el manejo de los residuos a generarse. De ser requerido un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos o Manejo Especial, este se presentará ante la autoridad Estatal o Municipal para su revisión y autorización.

Clave	Acción
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.

Durante la etapa de preparación de del sitio y constructiva se hará uso de una letrina portátil por cada 10 trabajadores, dicho servicio será contratado ante una empresa autorizada. En la etapa operativa no habrá actividades que generen aguas residuales.

Clave	Acción
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.

El proyecto no es de rubro industrial y ni tendrá generación de aguas residuales durante su operación. Las aguas residuales generadas durante las actividades de preparación del sitio y construcción provendrán del uso de letrinas portátiles, las cuales serán contratadas ante una empresa que cuente con la autorización o licencias necesarias.

Clave	Acción
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, solo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.

En la superficie donde se desarrollará el proyecto no cuenta con vegetación forestal, ya que se encuentra completamente en la zona marina, dicho esto la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.

La presente acción es competencia de las autoridades (SEDESOL, Municipio), de igual forma, el rubro del proyecto es la construcción de un muelle y no el de un sitio de disposición final, por lo cual no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.

La acción en comento es de observancia de las autoridades correspondientes en materia de salud (SSA, Estados), por lo cual no es aplicable al presente proyecto.

Clave	Acción
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.

Para el manejo de residuos peligrosos que pudieran generarse durante la preparación del sitio y construcción del muelle se implementarán estrategias para el acopio e instalación de almacenes temporales, así como para su posterior recolección por empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Clave	Acción
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.

El proyecto a ejecutarse no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, por lo consiguiente la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.

Para minimizar el impacto sobre la vegetación acuática sumergida se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos. Este Programa se ejecutará en los sitios donde se construirán los pilotes del muelle que cuenten con presencia de vegetación. A continuación, se realiza una descripción de la vegetación presente en el sitio:

Con referencia a los estudios de caracterización biótica marina que se efectuaron en el área propuesta para la construcción del proyecto y sus alrededores se presentaron tres tipos de ambientes los cuales se describen a continuación:

Transición: una superficie **529.20 m²** a construir del muelle abarca el ambiente de transición, el cual separa a manera de escalón al ambiente de pastizal somero con respecto a laja con macroalgas. El ambiente de transición se caracteriza por estar formado por una porción de laja calcárea.

Laja con macroalga: una superficie de **2,581.62 m²** a construir del muelle abarca el ambiente de laja con macroalga, este se caracteriza por presentar un sustrato de laja calcárea sin relieve a poca profundidad. La composición de especies no es muy amplia y está dominada por el alga verde *Rhipocephalus phoenix*, sin embargo, la superficie no se

encuentra cubierta en su totalidad de vegetación, siendo más evidente la presencia de la laja.

Pastizal somero: la superficie que abarca esta vegetación en el área de construcción del muelle, es de **819.53 m²**. Esta vegetación se compone por una pradera de pasto marino a una profundidad promedio de 7 metros. Las especies dominantes son *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Thalassia testudinum*.

De los tres ambientes descritos, el ambiente pastizal somero se caracteriza por tener mayor presencia de vegetación, donde destacan los pastos marinos. Sin embargo, la construcción del muelle será a base de pilotes, para su hincado se requerirá de una perforación de 180 cm de profundidad con un diámetro de 140 cm, se colocarán 37 pilotes en el ambiente identificado como pastizal somero. En el **Cuadro III:8** se describe la ubicación y superficie que cubren dichas estructuras.

Cuadro III:8. Descripción de los pilotes a instalar en el ambiente pastizal somero

Descripción	Número de pilotes	Área (m ²)
Duque de alba 1	16	24.63
Duque de alba 2	16	24.63
Pasarela	37	56.96
Total	69	106.22

El área que ocupara cada pilote se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$A = \pi r^2$$

Donde el radio es de 70 cm (0.7 m), obteniendo un área por pilote de 1.54 m².

En la **Figura III:5** se representa la ubicación y cantidad de pilotes a colocar en el área de pastizal somero.

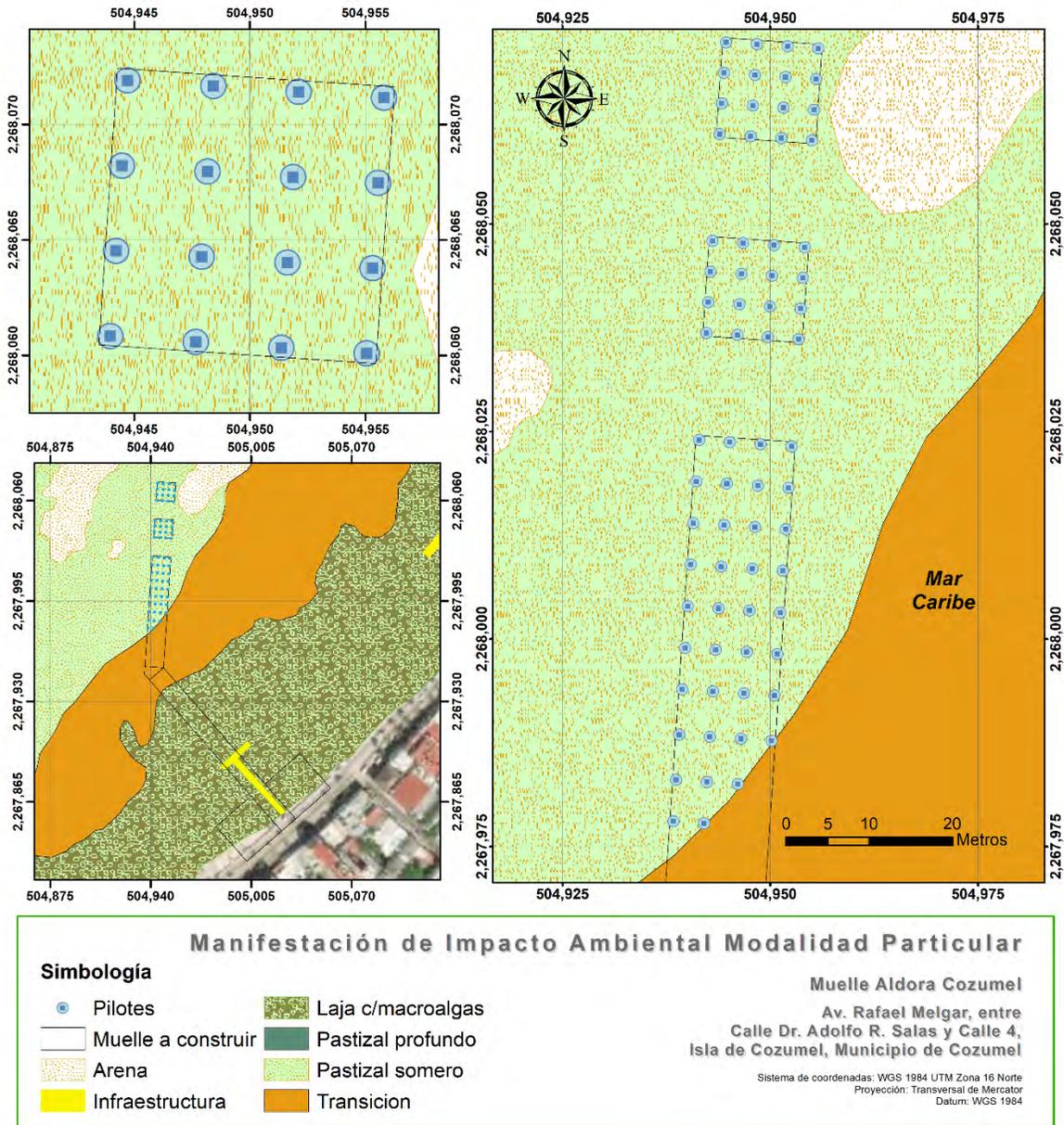


Figura III.5. Ubicación de los pilotes en el ambiente pastizal somero.

Los pilotes que se ubicaran en el área de pastizal somero representan un 12.96% de la superficie del proyecto que se encuentra en este ambiente.

Para minimizar el impacto sobre la vegetación acuática sumergida se implementará el rescate y reubicación de los pastos marinos presentes en el área de construcción del muelle. La remoción de la vegetación se hará en la superficie donde se hará la instalación de los pilotes, para ello se requiere un área de 1.54 m² por pilote. Para el rescate de la vegetación se efectuará un corte directo de la vegetación en el área, este corte se realizará por secciones a una profundidad donde se puedan retirar los rizomas y raíces sin dañarse. El

corte será de forma circular por secciones para formar camas de vegetación y posteriormente ser trasladados a las áreas de reubicación, las cuales serán identificadas previamente al proceso de corte (**Figura III:6**).

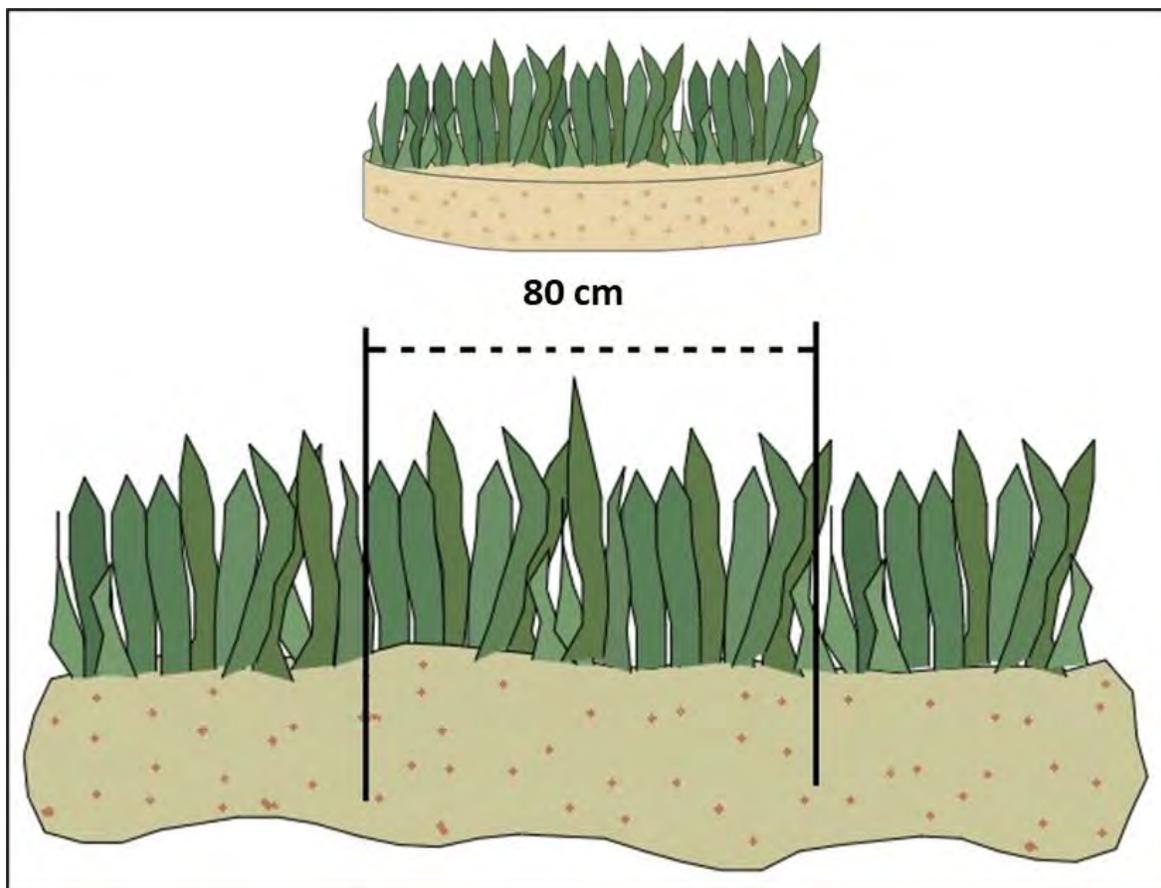


Figura III:6. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Para aumentar las probabilidades de éxito de la plantación de los pastos marinos, como método alternativo para realizar el trasplante, se utilizarán plántulas, en lugar de ejemplares adultos, como lo proponen Pereda-Briones et al. (2017)⁵, mediante un método de plantación en gaviones con bolsillos de malla propuesto por Alagna et al. (2019)⁶ (**Figura III:7**).

⁵ Pereda-Briones, L., Tomas, F. & Terrados, J. (2017) Field transplantation of seagrass (*Posidonia oceanica*) seedlings: Effects of invasive algae and nutrients. *Marine Pollution Bulletin*. 134, pp. 160-165.

⁶ Alagna, A., D'Anna, G., Musco, L., Fernandez, T. V., Gresta, M., Pierozzi, N., & Badalamenti, F. (2019). Taking advantage of seagrass recovery potential to develop novel and effective meadow rehabilitation methods. *Marine pollution bulletin*, 149, 110578.

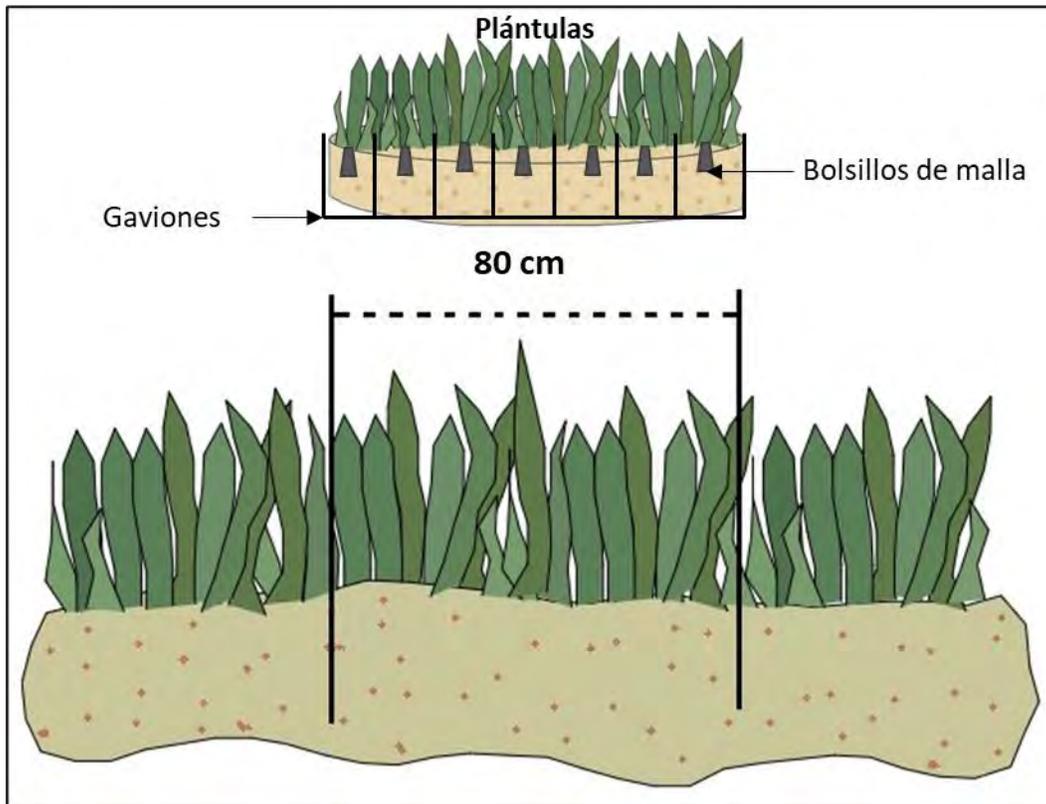


Figura III:7. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Un tercer método propuesto para emplear consiste en desenterrar cuidadosamente 2 metros de rizoma y sus respectivas raíces. El rizoma se cortará por ambos extremos y se amarrará con rafia a la guía, la cual consiste en una varilla de bambú de 2 metros. Posteriormente, se asegurará de ambos extremos el rizoma a la guía, usando rafia, dicha rafia a su vez estará unida a una bolsa de fibra natural con una capacidad para 500 gramos de arena cuya función será anclar la guía al fondo marino. En seguida, se transportará la guía al área de reubicación, seleccionada previamente; y finalmente, se colocará la guía en el fondo y se rellenarán con arena las bolsas que servirán de anclas y se cubrirán con el mismo material. Mediante el uso de un navegador GPS, se marcará el punto de reubicación. Posterior al rescate y reubicación, se llevarán a cabo monitoreos mensuales en los que se evaluará la sobrevivencia y crecimiento de los pastos y las plántulas. Cuando se observe que tanto el rizoma como sus respectivas raíces se han fijado al sustrato, se removerá la guía de bambú para ser reutilizada posteriormente y así evitar dejar residuos en el área.

El programa al que se refiere el párrafo anterior se ejecutará en los sitios donde se construirán los pilotes del muelle que cuenten con presencia de vegetación de pasto marino, las cuales resultan de la caracterización presentada anteriormente y con más detalle en el capítulo IV.

El Programa de Rescate de y Reubicación de Pastos Marinos tendrá el objetivo de mitigar la afectación del área cubierta por pastos marinos de las especies *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* que se encontraron en el sitio de desplante del muelle. Cabe señalar que estas especies fueron seleccionadas para el rescate, ya que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, modificada en 2019, en categoría de amenazadas, las dos primeras y de protección especial en el caso de la última.

En relación a los resultados esperados de la implementación de este programa Alagna et al. (2013) obtuvieron, en un estudio experimental en diferentes microhábitats, supervivencias máximas del 81% y en el experimento de Alagna et al. (2020), los autores llegaron hasta $88.89 \pm 3.93\%$, es decir en un rango del 84.96 a 92.82% con el método de trasplante propuesto, siendo estos alcances posibles dependiendo de las condiciones del sitio donante y el sitio de trasplante.

Vale la pena señalar que los niveles de supervivencia indicados en el párrafo anterior se obtuvieron fuera de México, específicamente en la región mediterránea (Italia) y en condiciones experimentales; es decir, controladas. En México no hay antecedentes de experiencias de este tipo y menos aún en condiciones naturales o no controladas; además de que la especie con la que se trabajó en los estudios citados (*Posidonia oceánica*) también fueron diferentes a las que presenta el sitio del proyecto (*Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*), por lo que los resultados esperados se establecen a reserva de las condiciones locales del sitio, de la respuesta de las especies a trasplantar al manejo y del trasplante mismo. Con base en las consideraciones anteriores, los resultados esperados de la implantación de este programa son de alrededor del $80 \pm 5\%$ de supervivencia; es decir, del 75 al 85%.

Además del anterior, en el programa se especifican otros dos métodos para la implementación del mismo, los cuales se espera que tengan resultados similares en cuanto a porcentaje de supervivencia.

Con la implementación del Programa de Rescate de y Reubicación de Pastos Marinos se da cumplimiento a la presente acción, permitiendo la reubicación de la vegetación presente en las áreas propuestas para la construcción del muelle.

Clave	Acción
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con proceso y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.

Durante los procesos de preparación del sitio y construcción del muelle se aplicarán procesos y materiales que eviten la contaminación del ambiente marino. Para ello, se implementarán medidas de prevención, control y mitigación de los posibles impactos ante el ambiente marino, destacando la implementación de un Programa de Rescate y

Ahuyentamiento de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, así como la implementación de mallas antidispersión. De esta manera, se dará cumplimiento a esta acción general.

Clave	Acción
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.

El rubro del proyecto no es agropecuario ni agrícola, lo cual la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.

Esta acción es de obligación para las autoridades competentes en materia de recursos pesqueros (SAGARPA, INAPESCA), dada la naturaleza y la competitividad esta acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.

El proyecto no consiste en la construcción de carreteras, camino, puentes o vías férreas, por lo cual la acción no le es aplicable.

Clave	Acción
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.

El proyecto a realizar no se encuentra ubicada dentro de un Área Natural Protegida, por lo que la acción no es aplicable.

III.2.2.2 Acciones específicas aplicables a la UGA 141 Cozumel

La UGA 141 "Cozumel" tiene una superficie de 47,796.254 ha, y se encuentra en su totalidad en la Isla de Cozumel, perteneciente al municipio del mismo nombre. Sus características se muestran en el **Cuadro III:9**.

Cuadro III:9. Características de la UGA 141 "Cozumel"

TIPO DE UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Cozumel	
Municipio:	Cozumel	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	73,193 habitantes	
Superficie:	47,796.254 ha	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para la Islas IS-01 al IS-16 (Ver Anexo)	
Puerto Turístico:	Presente	
Puerto Comercial:		
Puerto Pesquero:	Presente	
Nota	La acción A073 se aplicará solamente a los recintos portuarios ya establecidos	

En el **Cuadro III:10** se presenta la relación de las 61 acciones específicas aplicables la UGA 141.

Cuadro III:10. Acciones aplicables a la UGA 141

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con cada una de las acciones aplicables.

Clave	Acción
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.

El proyecto no consiste en actividades agrícolas o productivas que requieran el uso de agroquímicos y pesticidas, por lo que esta acción específica no le es aplicable al mismo.

Clave	Acción
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.

El proyecto no requiere el uso de agroquímicos ni pesticidas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.

El proyecto no consiste en la realización de actividades agropecuarias ni forestales y, consecuentemente, no requiere el uso de fertilizantes ni de procesos de fertilización del suelo. Por estas razones, la presente acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A005	Evitar las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.

El proyecto no consiste en la instalación ni operación de procesos de distribución de agua, por lo tanto, esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.

Por las características del proyecto, no es aplicable un programa para la captación de agua de lluvia ni de uso de aguas grises.

Clave	Acción
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.

El proyecto no se pretende ubicar en un área apta para la conservación o restauración de ecosistemas naturales, toda vez que se encuentra en un área altamente influenciada por el centro de población de Cozumel, que se encuentra totalmente urbanizada, además del tránsito en la zona marina adyacente. Por esta razón la acción específica en comento no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.

El área de instalación del proyecto no se encuentra en alguna playa de anidación de tortugas marinas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.

El área de instalación del proyecto no se encuentra en alguna zona de anidación de anidación y reproducción de tortugas marinas, por lo cual, la presenta acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.

El área de influencia del proyecto no se encuentra en alguna playa de anidación de tortugas marinas, por lo cual no se fortalecerá el apoyo económico en las actividades de conservación de tortugas marinas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.

No se implementarán programas de restauración y recuperación de cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria debido a que el proyecto se desarrolla en un área marina, por lo cual, la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, -a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.

La porción terrestre del sitio de ubicación del proyecto no presenta dunas costeras con vegetación natural, ya que se considera una zona rocosa con escaso sedimento, por lo que no le es aplicable la acción general en comentario.

Clave	Acción
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

No se introducirán especies potencialmente invasoras en el área de influencia del proyecto, dando cumplimiento a la Ley de Navegación y Comercio Marítimo. Sobre todo, considerando que el tipo de embarcaciones que atracarán en el muelle que se somete a

evaluación de impacto ambiental es turístico y no se relaciona con el manejo, manipulación o aprovechamiento de especies marinas.

Clave	Acción
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.

El proyecto no se encuentra en un área cubierta por manglares ni otros humedales, por lo que no es aplicable la instrumentación de campañas de restauración de manglares u otros humedales.

Clave	Acción
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.

El proyecto no pretende ubicarse sobre dunas arenosas. Además de lo anterior, la promoción de la reubicación de las instalaciones ubicadas en estos sitios corresponde a las autoridades encargadas de la planeación, ejecución y promoción de las políticas públicas en la materia. Por lo que, la presente acción no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.

El establecimiento de corredores biológicos corresponde a las autoridades competentes en materia de conservación. Adicionalmente, el proyecto no pretende ubicarse en un área que se encuentra entre áreas naturales protegidas de buen estado de conservación, debido a la interacción que tiene su área de influencia con el centro de población de Cozumel y el tránsito marítimo en su zona marina adyacente.

Clave	Acción
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.

Por las características del proyecto y las condiciones de su área de influencia al ubicarse mayormente en un medio marino y en una zona afectada por el centro de población de Cozumel, el cual se encuentra totalmente urbanizado, y no en un área forestal, el proyecto no requiere la formulación ni implementación de un programa de restauración, reforestación o recuperación. Por las razones anteriores, la presente acción específica no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-

059-SEMARNAT-2010), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

Con referencia a los Estudios de Caracterización Marina en el área de influencia del proyecto “Muelle Aldora”, las especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

Para promover las acciones de protección y recuperación de los individuos que se encuentran bajo algún régimen de protección con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementarán y ejecutarán los presentes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pasto Marino. Con el cumplimiento y seguimiento de dichos programas se da cumplimiento a la presente acción.

El primero de estos programas, el Programa de Rescate de Fauna Marina, tiene el objetivo general de establecer las acciones y medidas que se efectuaran para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna marina presente en el área del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” y los objetivos específicos de prevenir la afectación de la fauna marina pelágica (peces) mediante ahuyentamiento natural durante la ejecución de las obras del proyecto; prevenir la afectación de la fauna marina de lento desplazamiento con la captura y reubicación de los especímenes de forma previa a la demolición del muelle existente y perforación del lecho marino; e implementar programas de capacitación a los trabajadores de la obra para evitar la caza, captura o perturbación de especies de fauna presentes en el área involucrada al proyecto.

Con respecto a la riqueza de especies encontradas en el sitio de estudio, se registraron 6 grupos de invertebrados en las cuatro zonas del área de estudio, siendo estos anémonas, crustáceos, equinodermos, esponjas, gusanos y moluscos. Se registró un total de 12 especies de invertebrados, pertenecientes a 12 géneros y 12 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 4 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies registradas fue Psom, con 8 (**Cuadro III:11**).

Cuadro III:11. Listado de especies de invertebrados y registro de presencia/ausencia en los ambientes del área de estudio.

Grupo	Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>		E	A	
	Aiptasiidae	<i>Bartholomea</i>	<i>annulata</i>				C

Grupo	Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Crustáceo	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>			C	
	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>		A	A	C
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>		C	C	
Equinodermo	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>		E		
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>		C		
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fulva</i>	D			D
Esponja	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>	A			
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>			C	
			<i>strobilina</i>				C
Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>			C		
Gusano	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>	C			C
Molusco	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>costatus</i>		D	D	
			<i>gigas</i>		A	D	C
Número de especies				4	7	8	6

Las especies susceptibles de captura y reubicación corresponden a las especies marinas de bentónicas o de lento desplazamiento que pudieran encontrarse en las áreas de afectación del proyecto. Se eligieron aquellas especies que no sean sensibles a la manipulación y presenten baja mortalidad cuando son removidos del sitio donde se encuentran. A continuación, se presentan las especies que se registraron en los estudios, y que, en caso de encontrarse dentro del área de influencia del proyecto, serán susceptibles de captura o colecta y reubicación en zonas seguras (**Cuadro III:12**).

Cuadro III:12. Listado de especies susceptibles de captura o colecta y reubicación en las áreas de influencia de la instalación del proyecto

Grupo	Familia	Género	Especie
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>
	Aiptasiidae	<i>Bartholomea</i>	<i>annulata</i>
	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>
Crustáceo	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>
Equinodermo	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fulva</i>
Esponja	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>
			<i>strobilina</i>
Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>	
Gusano	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>
Molusco	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>costatus</i>
			<i>gigas</i>

En relación a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con referencia a la modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la presente Norma, publicado el 14 de noviembre de 2019, las especies de fauna marina presentes en el área

del proyecto que tienen alguna categoría respecto a la Norma, son las siguientes (**Cuadro III:13**):

Cuadro III:13. Listado de especies de fauna presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

En cuanto a los resultados esperados, las medidas que se tomarán para garantizar la sobrevivencia de los organismos comenzarán desde la aplicación correcta de las técnicas de captura y manejo de fauna marina, evitando en la medida de lo posible que los organismos sean sujetos a estrés innecesario durante su captura, manejo, transportación y liberación; es decir, que los organismos no estén expuestos a la intemperie. El tiempo de captura, traslado y liberación de los organismos no debe ser mayor a una hora. Antes de ser liberados, se asegurará que las especies capturadas se encuentren sanos y en buenas condiciones.

Aun cuando las medidas propuestas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares a reubicar son prácticas y seguras, siempre que se manipulan ejemplares vivos y se mantienen en condiciones de cautiverio, aunque sea por periodos cortos de tiempo, existe un riesgo asociado. En caso de que la tasa de mortalidad durante la manipulación de los organismos sea superior al 15%, se suspenderán las actividades de rescate y se hará una revisión de todos los procedimientos involucrados en el programa, a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

En cuanto a los tiempos y duración de este programa, las actividades de rescate, se efectuarán durante el periodo que dure la cimentación de la estructura, es decir hasta el año 11 de la etapa de construcción. El registro de los índices de seguimiento y eficiencia se efectuará durante los 15 años programados para la ejecución del proyecto, y la evaluación del éxito del programa se realizará del año 12 al 15 de construcción, así como durante los primeros 10 años de la operación del proyecto.

Por otra parte, el Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos tiene el objetivo general de implementar y ejecutar actividades para la preservación y conservación de vegetación marina que se encuentre bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o con alguna importancia ecológica y los objetivos específicos de rescatar especies de vegetación marina presentes en las zonas de instalación del muelle que sean representativas del ecosistema a modificar, con especial énfasis en las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; reubicar a las especies rescatados hacia áreas idóneas para su trasplante; monitorear las actividades de rescate, reubicación y trasplante con el fin de obtener resultados positivos, aplicando actividades de mejora continua durante el

desarrollo del programa; y, promover la conservación de la vegetación marina de importancia legal, ecológica, ornamental o cultural, que, a su vez, contribuya a la conservación de la biodiversidad.

Con base en el análisis y los criterios anteriormente mencionados, se identificaron 3 especies susceptibles de rescate, mismas que se listan en el **Cuadro III:14**. Como puede observarse, del listado general de especies identificadas en la superficie caracterizada se excluyeron las algas verdes, pardas y rojas, así como la especie de cianobacteria identificada, conservando dentro de las especies susceptibles de rescate solamente las especies que se encuentra categorizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son los pastos marinos.

Cuadro III:14. Listado de especies que se propone rescatar al interior del predio del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
Magnolipphyta	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial

La elección de la técnica de rescate se realizará por medio del análisis de las condiciones físicas, tanto del suelo en las que se encuentren los individuos seleccionados, como de los individuos mismos (una de ellas el estado de sus raíces y rizomas. Estas consideraciones son esenciales para lograr un rescate exitoso. Las técnicas pueden ser: Rescate por corte y formación de camas, Plantación en gaviones con bolsillos de malla, transplante por guías y siembra de semillas.

Para minimizar el impacto sobre la vegetación acuática sumergida se implementará el rescate y reubicación de los pastos marinos presentes en el área de construcción del muelle. La remoción de la vegetación se hará en la superficie donde se hará la instalación de los pilotes, para ello se requiere un área de 1.54 m² por pilote. Para el rescate de la vegetación se efectuará un corte directo de la vegetación en el área, este corte se realizará por secciones a una profundidad donde se puedan retirar los rizomas y raíces sin dañarse. El corte será de forma circular por secciones para formar camas de vegetación y posteriormente ser trasladados a las áreas de reubicación, las cuales serán identificadas previamente al proceso de corte (**Figura III:8**).

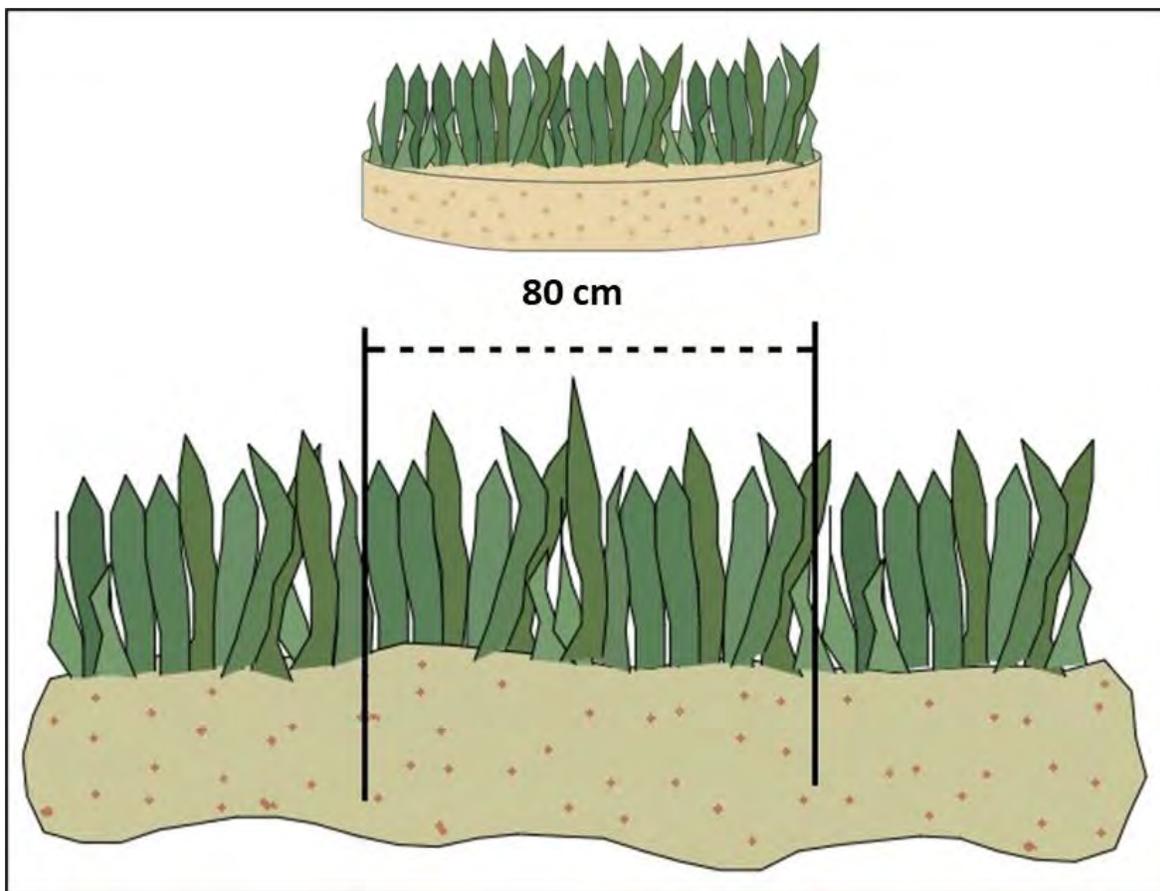


Figura III:8. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Para aumentar las probabilidades de éxito de la plantación de los pastos marinos, como método alternativo para realizar el trasplante, se utilizarán plántulas, en lugar de ejemplares adultos, como lo proponen Pereda-Briones et al. (2017)⁷, mediante un método de plantación en gaviones con bolsillos de malla propuesto por Alagna et al. (2019)⁸ (**Figura III:9**).

⁷ Pereda-Briones, L., Tomas, F. & Terrados, J. (2017) Field transplantation of seagrass (*Posidonia oceanica*) seedlings: Effects of invasive algae and nutrients. *Marine Pollution Bulletin*. 134, pp. 160-165.

⁸ Alagna, A., D'Anna, G., Musco, L., Fernandez, T. V., Gresta, M., Pierozzi, N., & Badalamenti, F. (2019). Taking advantage of seagrass recovery potential to develop novel and effective meadow rehabilitation methods. *Marine pollution bulletin*, 149, 110578.

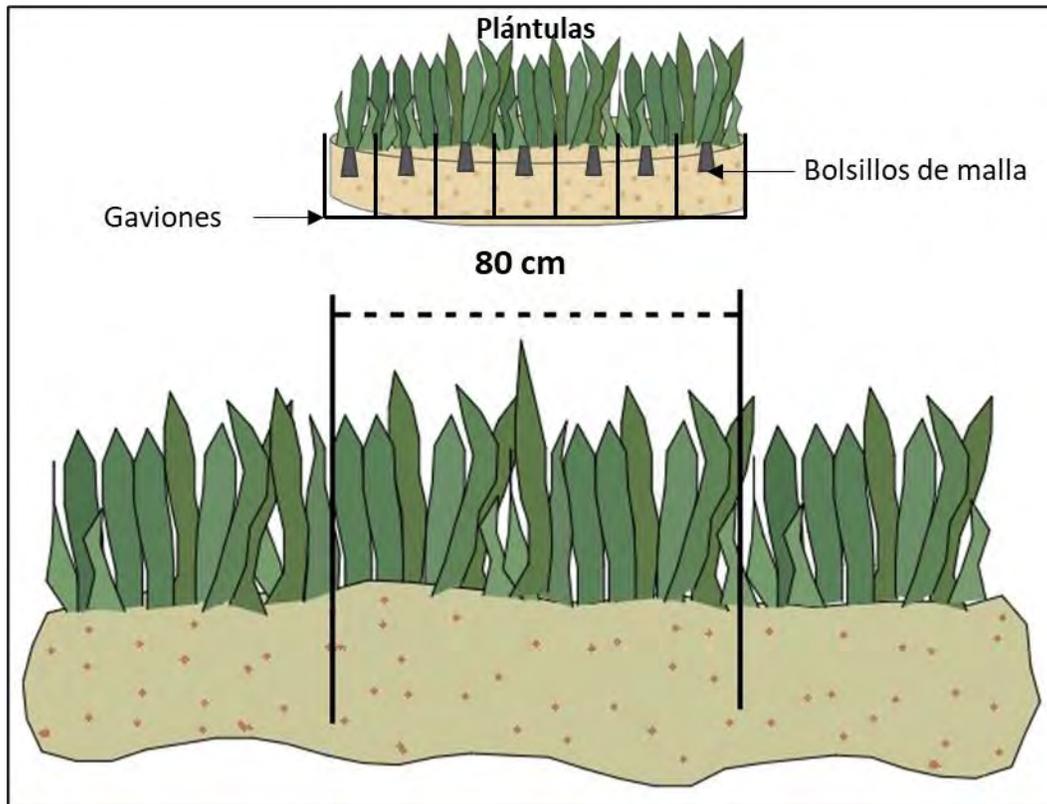


Figura III:9. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Un tercer método propuesto para emplear consiste en desenterrar cuidadosamente 2 metros de rizoma y sus respectivas raíces. El rizoma se cortará por ambos extremos y se amarrará con rafia a la guía, la cual consiste en una varilla de bambú de 2 metros. Posteriormente, se asegurará de ambos extremos el rizoma a la guía, usando rafia, dicha rafia a su vez estará unida a una bolsa de fibra natural con una capacidad para 500 gramos de arena cuya función será anclar la guía al fondo marino. En seguida, se transportará la guía al área de reubicación, seleccionada previamente; y finalmente, se colocará la guía en el fondo y se rellenarán con arena las bolsas que servirán de anclas y se cubrirán con el mismo material. Mediante el uso de un navegador GPS, se marcará el punto de reubicación. Posterior al rescate y reubicación, se llevarán a cabo monitoreos mensuales en los que se evaluará la sobrevivencia y crecimiento de los pastos y las plántulas. Cuando se observe que tanto el rizoma como sus respectivas raíces se han fijado al sustrato, se removerá la guía de bambú para ser reutilizada posteriormente y así evitar dejar residuos en el área.

El programa al que se refiere el párrafo anterior se ejecutará en los sitios donde se construirán los pilotes del muelle que cuenten con presencia de vegetación de pasto marino, las cuales resultan de la caracterización presentada anteriormente y con más detalle en el capítulo IV.

El Programa de Rescate de y Reubicación de Vegetación Marina tendrá el objetivo de mitigar la afectación del área cubierta por pastos marinos de las especies *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* que se encontraron en el sitio de desplante del muelle. Cabe señalar que estas especies fueron seleccionadas para el rescate, ya que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, modificada en 2019, en categoría de amenazadas, las dos primeras y de protección especial en el caso de la última.

En relación a los resultados esperados de la implementación de este programa Alagna et al. (2013) obtuvieron, en un estudio experimental en diferentes microhábitats, supervivencias máximas del 81% y en el experimento de Alagna et al. (2020), los autores llegaron hasta $88.89 \pm 3.93\%$, es decir en un rango del 84.96 a 92.82% con el método de trasplante propuesto, siendo estos alcances posibles dependiendo de las condiciones del sitio donante y el sitio de trasplante.

Vale la pena señalar que los niveles de supervivencia indicados en el párrafo anterior se obtuvieron fuera de México, específicamente en la región mediterránea (Italia) y en condiciones experimentales; es decir, controladas. En México no hay antecedentes de experiencias de este tipo y menos aún en condiciones naturales o no controladas; además de que la especie con la que se trabajó en los estudios citados (Posidonia oceánica) también fueron diferentes a las que presenta el sitio del proyecto (*Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*), por lo que los resultados esperados se establecen a reserva de las condiciones locales del sitio, de la respuesta de las especies a trasplantar al manejo y del trasplante mismo. Con base en las consideraciones anteriores, los resultados esperados de la implantación de este programa son de alrededor del $80 \pm 5\%$ de supervivencia; es decir, del 75 al 85%.

Además del anterior, en el programa se especifican otros dos métodos para la implementación del mismo, los cuales se espera que tengan resultados similares en cuanto a porcentaje de supervivencia.

Clave	Acción
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.

El proyecto no requiere la implementación de programas de remediación, ya que no se encuentra en un sitio contaminado, por lo que esta acción específica no le es aplicable al mismo.

Clave	Acción
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.

Esta acción específica no le es aplicable al proyecto, toda vez que éste no consiste en la producción de caña verde.

Clave	Acción
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.

El proyecto no se ubicará en una zona industrial, por lo que no es aplicable la presente acción específica. Sin embargo, las maquinarias a emplear durante el proceso constructivo se verificarán de manera periódica para contribuir en el control de emisiones al aire.

Clave	Acción
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.

El proyecto y su área de influencia no se ubican en una zona ni en aguas costeras afectadas por hidrocarburos.

Clave	Acción
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.

El proyecto y su área de influencia no se ubican en algún sitio que requiera la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo y no consiste en una actividad considerada altamente riesgosa de acuerdo a los listados emitidos por la SEMARNAT. Por las razones anteriores, la acción específica en comento no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.

El proyecto no implica la realización de actividades industriales ni la producción de automotores. Adicionalmente, el fomento del uso de tecnologías de reducción es aplicable a las autoridades encargadas de la ejecución de las políticas públicas en materia ambiental, por lo que no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.

El proyecto no consiste en la instalación de industria, sin embargo, se contará con estrategias de manejo de residuos para una correcta gestión de los mismos, por lo que se cumple con lo descrito.

Clave	Acción
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El proyecto no consiste en la instalación de una industria, por lo que la presente acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.

El sitio donde se pretende la localización del proyecto no corresponde a una playa arenosa. El litoral es rocoso, por lo que no se asentará infraestructura en ninguna playa arenosa. Por esta razón, el proyecto no contraviene lo establecido en la acción en comento.

Clave	Acción
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.

En el litoral donde pretende ubicarse el proyecto y su área de influencia no tiene presencia de encuentra cobertura de dunas. Por esta razón no se contraviene lo establecido en la acción en comento específica en comento.

Clave	Acción
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.

El proyecto "Muelle Aldora" se desarrollará sobre la zona influenciada por la corriente del canal de Yucatán, sin embargo, de manera local, las corrientes son de baja intensidad y con recirculación. Con referencia a los estudios realizados a partir de herramientas numéricas, los resultados demostraron que no hay afectaciones por el desarrollo del muelle, ya que la estructura será piloteada, permitiendo así el flujo del agua y sedimentos. Además de lo anterior, actualmente existe un muelle en el sitio. En el presente documento se anexa los estudios técnicos de modelaje.

Clave	Acción
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.

El proyecto consiste en modificar un muelle existente para construir un muelle de dimensiones más grandes en forma de “L” con una apertura de 135°. Los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nula debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye que la afectación será únicamente alrededor del muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima. Los resultados obtenidos por las modelaciones numéricas se anexan al presente documento.

La construcción piloteada del muelle propiciará que no se presenten cambios significativos en las variables más importantes de la zona de influencia del mismo. Con el objetivo de evidenciar lo anterior, a continuación, se describen los datos obtenidos del estudio oceanográfico en la zona.

Corrientes: En la zona de muelle Aldora la magnitud de la corriente es chica con valores de 0.1 m/s (ver color azul). Los vectores no muestran cambios importantes a excepción de la zona entre muelle Aldora y Muelle San Miguel de Cozumel (tal como indican las flechas en la figura siguiente panel inferior), en donde se observaron recirculaciones. pesar de estas recirculaciones, no consideramos afectación mayor dado que muelle Aldora Cozumel es una construcción piloteada y son de tamaño pequeño permitiendo el flujo del agua que ayuda al reciclamiento y al no estancamiento de la misma. Dado que es una zona somera, se presume que esta circulación esté influenciada por el efecto que causa el viento sobre el agua. En la **Figura III:10** se muestra la comparación del modelo del campo de corrientes en la zona considerando y sin considerar el proyecto Muelle Aldora Cozumel.

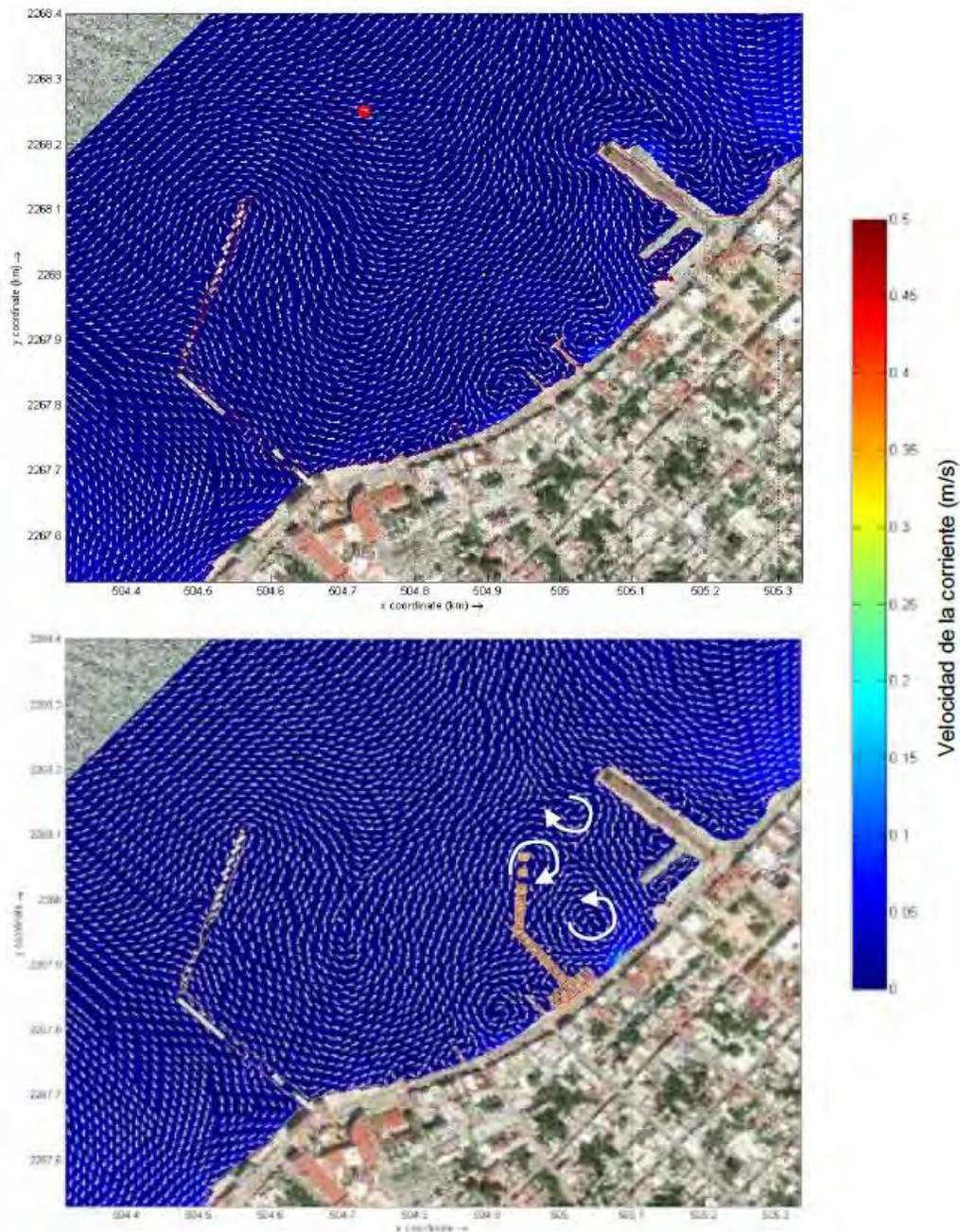


Figura III:10. Campo de corrientes en Aldora Cozumel y alrededores considerando (inferior) y sin considerando (superior) la construcción del Proyecto Muelle.

Oleaje. En la **Figura III:11**, se presenta la comparación del oleaje considerando la presencia de muelle Aldora y sin ésta. Se observa que la obra no afectará el oleaje incidente del muelle Aldora y alrededores. Los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules indican olas menores de 0.3 m.

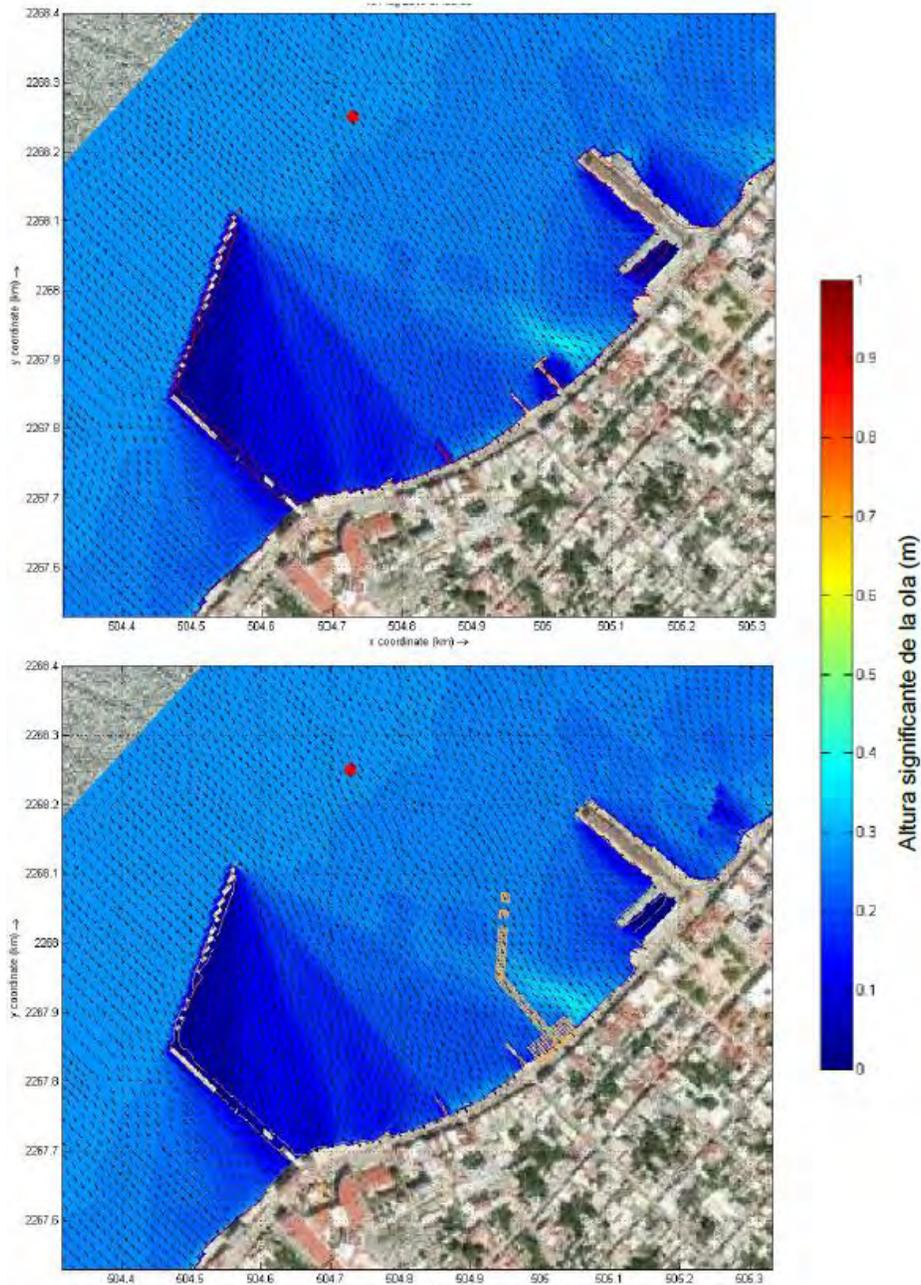


Figura III:11. Campo de oleaje en Aldora Cozumel y alrededores considerando (inferior) y sin considerar (superior) la construcción del Proyecto Ejecutivo.

Sedimentos. De acuerdo a los resultados de las modelaciones realizadas, el transporte longitudinal, hizo que el sedimento en condiciones energéticas se mueva y se cargue al norte de la obra proyectada, quedando retenido por el mismo muelle. Por otra parte, el transporte transversal hace que una parte del sedimento escape hacia aguas abiertas, quedando retenido a lo largo de lo que sería el nuevo muelle Aldora. En condiciones de calma, el sedimento debiera volver a su lugar de origen. Después de un año de condiciones

típicas, se puede observar que la poca arena es redistribuida sobre los muelles cercanos y alrededores, derivado de un transporte transversal y longitudinal. En la figura anterior, se muestra con línea punteada la zona de influencia del nuevo muelle Aldora.

La **Figura III:12** refiere a mapas de erosión y acumulación, en donde colores rojos indican el aumento y colores azules una reducción del grosor de la capa de sedimentos (figura siguiente). Los colores blancos indican zonas donde el sedimento es estable.

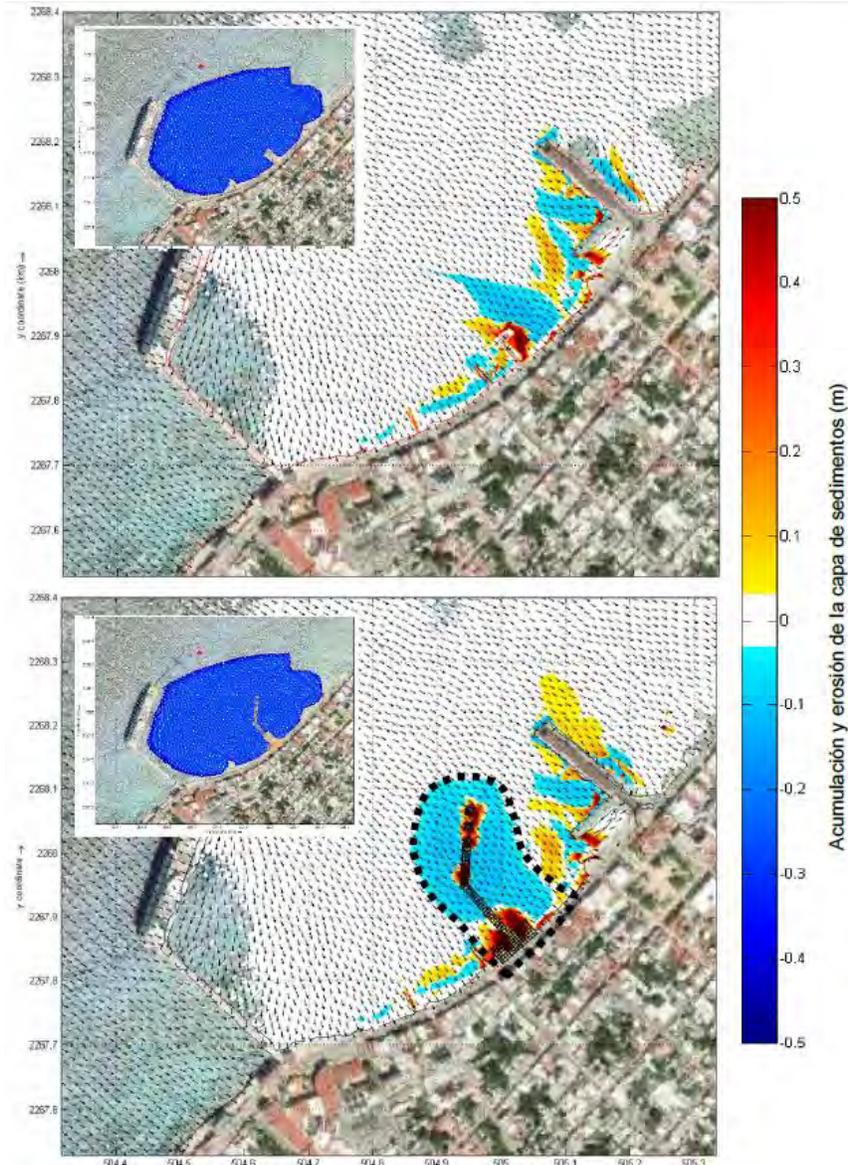


Figura III:12. Campo de zonas de acumulación y erosión de la capa de sedimento en Aldora Cozumel y alrededores considerando (inferior) y sin considerar (superior) la construcción del Proyecto Ejecutivo

En síntesis, el Proyecto Muelle Aldora Cozumel, se encuentra sobre la zona protegida que ofrece Isla Cozumel y con una corriente influenciada por la corriente del canal de Yucatán; no obstante, en la plataforma continental (donde se encuentra el proyecto), las corrientes son locales, de baja intensidad y con recirculaciones. El oleaje sobre muelle Aldora es de poca altura y proviene mayormente del Noroeste producto de la punta norte de Cozumel y de la protección que ofrece el muelle de Punta Langosta que además de proteger, junto con la costa dura y cruce de embarcaciones, se crea oleaje de resonancia. La zona cuenta con algunos cordones de arena con un fondo mayormente conformado por laja, por tanto, no existe afectación mayor al transporte de sedimentos por estar ausente. El análisis de la efectividad del proyecto muelle Aldora Cozumel, basado en herramientas numéricas, fue satisfactorio ya que los efectos según los resultados del modelo son exclusivamente locales y no sobre los predios adyacentes, es decir, no hay afectaciones mayores debido a que este se encuentra piloteado, permitiendo los flujos del agua y del sedimento.

Clave	Acción
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.

El proyecto no se ubica en alguna barra arenosa que limite un sistema lagunar costero, por lo que no le es aplicable la presente acción específica.

Clave	Acción
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.

Se mantendrán las condiciones actuales de la playa y dunas, toda vez que la porción del muelle que se ubica en la zona federal marítimo terrestre es mínima y no constituye una formación de playa o duna costera, por lo tanto, el proyecto cumple con la presente acción específica.

Clave	Acción
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.

El proyecto no implica el aprovechamiento de la energía eólica. El fomento de esta tecnología corresponde a las autoridades competentes en materia energética, por lo que esta acción específica no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.

El proyecto no implica el aprovechamiento de la energía eólica. El fomento de esta tecnología corresponde a las autoridades competentes en materia energética, por lo que esta acción específica no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.

El proyecto no consiste en la realización de actividades agrícolas, por lo que no generará este tipo de residuos. Por estas razones, la acción específica en comento no le es aplicable.

Clave	Acción
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.

El proyecto no requiere el uso de agroquímicos de ningún tipo, por lo que la presente acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva para actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.

El proyecto no implica la realización de actividades de pesca extractiva ni de producción acuícola. Adicionalmente, no consiste en la construcción de un muelle pesquero ni destinado al atracado de embarcaciones pesqueras. Por lo tanto, la presente acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.

El proyecto no consiste en el establecimiento de pesquerías ni en su explotación comercial, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.

Esta acción específica aplica únicamente al desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación, y es competencia de las instancias encargadas de su formulación y expedición. El proyecto no consiste en la elaboración de ninguno de estos instrumentos, por lo que no le es aplicable. Cabe señalar que la zona urbana de Cozumel cuenta actualmente con un Programa de Desarrollo Urbano vigente.

Clave	Acción
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.

El proyecto no consiste en la construcción de caminos rurales, de terracerías o revestidos, y no se encuentra entre localidades estratégicas. Además de lo anterior, la promoción de este tipo de infraestructuras está a cargo de las autoridades encargadas de la formulación,

ejecución y difusión de las políticas en materia de comunicaciones. Por estas razones, esta acción específica no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.

El proyecto no consiste en el establecimiento de actividades agrícolas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.

El proyecto no consiste en el establecimiento de actividades productivas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.

El proyecto no consiste en el establecimiento de actividades productivas, por lo que esta acción específica no le es aplicable, ya que no requiere el uso de tecnología intensivas ni extensivas.

Clave	Acción
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.

La coordinación de estos programas de gobierno corresponde a las instancias de gobierno encargadas de la planeación y ejecución de las políticas públicas en materia de producción agropecuaria, por lo que la acción específica en comento no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.

El proyecto no consiste en la implementación de cultivos, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.

El proyecto no consiste en el establecimiento de zonas urbanas, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
-------	--------

A058 Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.

Se establecerán medidas para evitar la presencia de personas en el muelle en caso de emergencias hidrometeorológicas, tales como la evacuación en caso de alertas de huracán, señalizaciones y el reglamento interno del muelle. Sin embargo, las campañas de reubicación corresponden a las autoridades del rubro de protección civil.

Clave	Acción
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.

El equipamiento básico de las localidades estratégicas corresponde a las autoridades competentes en materia de desarrollo rural. Además de lo anterior, el proyecto no se ubica ni colinda con una localidad estratégica. Por estas razones, esta acción específica no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.

Se establecerán medidas para evitar la presencia de personas en el muelle en caso de emergencias hidrometeorológicas, tales como la evacuación en caso de alertas de huracán, señalizaciones y el reglamento interno del muelle.

Clave	Acción
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.

La aplicación de esta acción específica, es decir la mejora de las condiciones de viviendas e infraestructura social, les corresponde a las autoridades encargadas del desarrollo social y no a los particulares. Además, el proyecto no consiste en el desarrollo de vivienda o infraestructura social ni comunitaria. Por las razones anteriores, esta acción específica no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.

El proyecto contempla la instalación de un almacén temporal de residuos peligrosos y de manejo especial en el área de desplante del proyecto para la etapa de construcción. El diseño de este almacén se presenta en la descripción de dicha medida de mitigación en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Los residuos que se generen en esta etapa del proyecto no permanecerán en el almacén por un periodo mayor a seis meses, para lo que deberán ser recolectados por una empresa autorizada para tal efecto. De esta manera, se dará cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, su reglamento y la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-161-

SEMARNAT-2011, en relación al manejo integral de los residuos. Con ello se dará cumplimiento también a la acción específica en comento. Cabe destacar que durante el proceso de demolición se retirará de manera constante los residuos generados para evitar aglomeraciones de estos.

Clave	Acción
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.

El proyecto no generará aguas residuales en su etapa de operación, por lo que no requiere la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. A demás de lo anterior, la instalación de nuevas plantas de tratamiento municipales y la operación de las existentes corresponde al municipio de Cozumel. Por las razones expuestas, esta acción específica no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.

El proyecto no consiste el desarrollo de viviendas y no generará aguas residuales municipales en su etapa de operación, por lo que esta acción específica no le es aplicable.

Clave	Acción
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.

El proyecto no generará aguas residuales y no requiere del mejoramiento de suelos, por lo que no le es aplicable la acción particular en comento.

Clave	Acción
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.

Esta acción específica es de competencia de las autoridades municipales en materia de saneamiento y de operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales. En este sentido, y toda vez que el proyecto no generará aguas residuales en su etapa de operación, dicha acción no le es aplicable.

Clave	Acción
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.

El proyecto no requiere la captación de aguas pluviales, ya que no se ubica dentro de un área urbana. Además, el incremento de la capacidad de captación corresponde a las autoridades competentes en materia de infraestructura urbana. Por lo tanto, esta acción general no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.

Se implementarán estrategias para el manejo adecuado e integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial según la competencia y la etapa del proyecto que correspondan. Estas estrategias incluyen medidas para evitar el impacto ambiental en el mar y la zona costera; así como acciones de difusión. Con lo anterior se dará cumplimiento a esta acción específica.

En relación al manejo de residuos peligrosos se estima que durante la construcción del muelle no se generarán más de 10 toneladas al año de los mismos, por lo que, al no ser un gran generador ni ser productor, importador, exportador, distribuidor y/o comerciante de productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, no se requiere la presentación de un plan de manejo de este tipo de residuos.

Conforme a lo establecido en la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo, en su momento, se sujetará el Programa de Manejo Integral de Residuos de competencia estatal, el cual deberá ser autorizado por la autoridad competente en la materia.

El objetivo general del programa al que se refiere el programa anterior es el de implementar lineamientos, estrategias y procedimientos para efectuar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y los residuos peligrosos (RP), que se generen durante la etapa de preparación, construcción y operación del sitio considerando lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO). Los objetivos particulares son: implementar el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos durante la preparación, construcción y operación del proyecto y dar cumplimiento al 62 y 65 de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO).

Las actividades de preparación del sitio consisten principalmente en la demolición del muelle existente, con el fin de habilitar el área para la construcción del muelle futuro. Para la actividad de demolición se requerirá de uso de maquinaria pesada y personal. Los principales residuos a generar son los derivados de la demolición, siendo estos de carácter de manejo especial. Para la actividad de demolición del muelle existente estas se realizarán de manera gradual tal como se describe a continuación:

Etapa 1: Eje de atraque paralelo a la costa

Etapa 2: Pasarela o eje de atraque perpendicular a la línea de costa

Etapa 3: Plataforma de acceso

Las actividades en esta etapa consisten en la demolición del concreto y el corte de acero. La demolición de la losa del muelle se hará en secciones de una tonelada para facilitar su extracción y acopio temporal en el área de trabajo; así mismo, deberán demolerse los apoyos de concreto a medida que se avanza con la demolición de la losa. El equipamiento que se empleará para las actividades de demolición será por medios mecánicos como compresor de aire y rompedoras neumáticas, equipo de corte oxiacetileno para el corte de acero de refuerzo, equipo de buceo. De igual forma se hará uso de una grúa de 5 toneladas para las maniobras de extracción y carga de las secciones de concreto de una tonelada y retroexcavadoras equipadas con martillo rompedor hidráulico.

Se prevé un volumen de material producto de la demolición (concreto reforzado) con un aproximado de 205 m³, el cual se especifica en el **Cuadro III:15**.

Cuadro III:15. Volumen del material resultante de la demolición.

Concepto	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
Cabezo de muelle (1ra etapa)	102.70	69
Pasarela (2da etapa)	186.08	111
Plataforma de acceso (3ra etapa)	41.40	25
Total	330.18	205

Los residuos que se generarán en menor volumen serán los residuos sólidos urbanos, los cuales son resultantes del consumo de alimentos por los trabajadores. De igual forma se generarán residuos peligrosos provenientes del mantenimiento del equipo y maquinaria empleada para la demolición del muelle existente.

El muelle a construir en el proyecto “Muelle Aldora Cozumel” es de tipo “muelle de pilotes”, en el cual estos son estructuras formadas por una plataforma sustentada por pilotes que transmiten los esfuerzos al terreno. La construcción de este tipo de muelles se puede abordar desde una plataforma terrestre formada con rellenos vertidos sobre el fondo marino o bien construyendo directamente los pilotes con medios flotantes y rellenando posteriormente la explanada y el talud entre pilotes.

Durante el proceso constructivo se generarán los siguientes residuos:

Residuos Sólidos Urbanos: estos residuos serán resultantes del consumo de alimentos del personal presente en los diferentes frentes de trabajo. Considerando que el personal se

encarga de llevar sus alimentos y que consumen bebidas embotellas de PET, en **Cuadro III:16** se representa la estimación.

Cuadro III:16. Volumen del material resultante de la demolición.

Categoría	Unidad	Cantidad
Ingeniero residente	Personas	1
Auxiliar contable	Personas	1
Sobrestante	Personas	1
Operador de grúa	Personas	1
Maniobrista	Personas	2
Buzo	Personas	4
Oficial albañil	Personas	2
Oficial fierro	Personas	2
Oficial soldador	Personas	1
Oficial carpintero	Personas	2
Ayudante	Personas	5

Residuos peligrosos: estos serán generados durante las actividades de mantenimiento de maquinaria o equipamiento del proceso constructivo, la cantidad será mínima y serán principalmente estopas o trapos impregnados de hidrocarburos, embalajes de aceites u otra sustancia química.

Residuos de manejo especial: estos serán los derivados de la demolición del muelle anterior, así como durante el proceso constructivo del Muelle Aldora. Estos son residuos como concreto, pedacería de madera, pedacería de metales como hierro, entre otros.

En relación a los residuos sólidos urbanos, debido a que no se cuenta con una estadística actual del volumen de residuos sólidos que se generan en la zona urbana, en la rural y en las zonas turísticas, se realizó una estimación de los valores empleando los siguientes valores: En el caso de las áreas urbanas, se tomó como base el resultado obtenido por el Grupo Ecológico del Norte que estimó una generación de 0.897 Kg por habitante y para las zonas rurales 0.673 kg diarios por persona que corresponde al 75 % del valor de las zonas urbanas (Sylvatica, 2014). Sin embargo, se calcula que un trabajador en obra genera solo un cuarto de residuos sólidos urbanos totales diarios, por lo que, considerando el dato de generación en áreas rurales, se obtiene una generación diaria per cápita de 0.17 kg/trabajador. Por lo tanto, la generación diaria total de residuos sólidos urbanos en la obra se estima en 3.23 kg/día o 1,178.95 kg/año, generado por un grupo de 19 trabajadores, por

lo que el proyecto no se considera un gran generador de residuos sólidos urbanos ($g > 10$ ton/año), de acuerdo con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO).

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se podrán generar residuos peligrosos como trapos contaminados con hidrocarburos en caso fallas en las maquinarias, pinturas, aceites y lubricantes usados, entre otros.

En cuanto a los residuos peligrosos, de acuerdo con el artículo 7 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los residuos peligrosos son competencia de la federación, pero como una medida de protección y mitigación ambiental, en el presente programa se contempla el manejo de residuos peligrosos; sin embargo, la cantidad de residuos no es posible estimarla, ya que los residuos contemplados son restos de estopas o trapos impregnados de aceite o hidrocarburos (en caso de alguna contingencia), pinturas o solventes, por tanto, será una cantidad mínima e indefinida y no se prevé una generación mayor de 400 kg al año, por lo que la obra se considera un microgenerador.

En la etapa de operación y mantenimiento, ésta consistirá en la recepción, atraque y permanencia temporal de las embarcaciones barrido y recolección de residuos. Las instalaciones se utilizarán para el atraque de embarcaciones, que se afirmarán en las bitas del muelle. Para el arribo, las naves se aproximarán de acuerdo al viento y las corrientes, ubicándose en una posición de atraque y sujetándose de las bitas mediante cuerdas. Para la salida de las embarcaciones, una vez cargadas y listas, se desamarrarán y para partir a su destino. Es de importancia mencionar que no se hará ninguna actividad de mantenimiento para las embarcaciones en el área del muelle, la limpieza existente en este será el realizado para el mantenimiento de las instalaciones del muelle como la caseta, la pasarela, las bitas, entre otros.

El mantenimiento del muelle consiste en recoger la basura que se encuentre sobre la plataforma, revisar el estado de las bitas, verificar el funcionamiento de las luces de posición y el estado general del muelle.

Por lo tanto, se generarán residuos sólidos urbanos propios de estas actividades, tales como envases de PET, aluminio, cartón, otros plásticos y restos de alimentos, que serán almacenados por separado y revalorizados como parte del manejo de los residuos en la operación del proyecto. Para el sector turístico se considera un valor de 5.50 kg por turista por día (ECOZ), considerando una estancia promedio de 6 días (Sylvatica, 2014).

Las estrategias establecidas para los residuos generados durante todas las etapas del proyecto son minimización, separación, almacenamiento, recuperación, y disposición final.

Considerando que el proyecto se concibe como gran generador de Residuos de Manejo Especial en la etapa de preparación y construcción del proyecto; en el **Cuadro III:17**, se presenta la meta, objetivos y estrategias en ambas etapas para el manejo de este tipo de residuos. Cabe aclarar que lo que respecta al manejo de RME, se sujetará a lo establecido en la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGlyECR-QROO), ya que, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el manejo de este tipo de residuos es de competencia estatal y el manejo de los mismos se reportará a la autoridad estatal.

Cuadro III:17. Objetivo, Metas y Estrategias del manejo de Residuos Sólidos de manejo especial.

OBJETIVO	META	ESTRATEGIA
Elaborar el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial y su gestión ante la autoridad estatal.	Elaborar el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial (PMRME)	Elaborar el PMRME conforme a los requisitos que establece la autoridad estatal.
	Obtener la autorización del PMRME por parte de la autoridad estatal.	Ingresar el PMRME con los anexos y requisitos que establece la autoridad estatal.
		Dar cumplimiento a lo establecido en la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGlyECR-QROO).

El proyecto no se considera un gran generador de residuos sólidos urbanos en la etapa de operación, por lo que es importante llevar a cabo un manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos generados. En el **Cuadro III:18**, se presentan los objetivos y estrategias para su manejo en la etapa de preparación del sitio del proyecto. Cabe señalar que el manejo de este tipo de residuos se realizará conforme a lo establecido por el Ayuntamiento de Cozumel, ya que, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el manejo de este tipo de residuos es de competencia municipal, y su manejo se reportará a la autoridad correspondiente, siendo que no se generarán más de 27.4 kg/día, por lo que no se consideran residuos de manejo especial.

Cuadro III:18. Estrategia de manejo de Residuos Sólidos Urbanos.

OBJETIVO	META	ESTRATEGIA
Registrar la recolección de los residuos sólidos urbanos.	Documentar los manifiestos de recolección de los residuos sólidos urbanos.	Generar un archivo de comprobantes de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

En relación a los residuos peligrosos, el proyecto será un microgenerador de Residuos Peligrosos en la etapa de preparación y construcción del sitio, sin embargo, se considera que los residuos peligrosos deben cumplir un manejo integral de la misma forma que los mencionados anteriormente.

Los residuos líquidos que se prevén en la construcción del proyecto consistirán en la generación de aguas residuales sanitarias provenientes de la estancia de los trabajadores. Para evitar la contaminación del acuífero con estos residuos por el fecalismo al aire libre, se emplearán letrinas portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Periódicamente, estos residuos serán vaciados de las letrinas por una empresa arrendadora autorizada y transportadas por la misma a la planta de tratamiento más cercana. Los detalles del manejo de esta clase de residuos, se presenta en el Plan Integral de Manejo de Residuos, mismo que se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

La forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos que se manejan al interior de cualquier centro generador es la prevención y minimización en la producción desde su origen. La implementación de dichas estrategias está orientada a prevenir y minimizar los residuos, dando beneficios económicos, ambientales, legales y de imagen urbana y pública en este caso al generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Estas actividades deberán realizarse por parte del desarrollador para garantizar el éxito, reconociendo que la implementación del Plan de Manejo reducirá costos y mejorará su actuación ambiental, adoptando una política de las tres R's para el tratamiento de los residuos.

La implementación de una o varias de las alternativas son factibles tomando en cuenta criterios técnicos, financieros y ambientales.

Las acciones que se pretenden realizar para la minimización de residuos en todas las etapas del proyecto son:

- La utilización de una menor cantidad de empaques, solicitando al proveedor la entrega de productos sin envolturas innecesarias.
- El empleo de elementos que sean susceptibles de reaprovechamiento, un ejemplo de esto son la compra de pilas recargables en vez de las desechables.
- La recarga de combustibles y el mantenimiento de las maquinarias de la construcción y preparación del terreno se realizará en centros autorizados para estas actividades.
- Se deberá llevar a cabo capacitación en el personal sobre el presente programa de manejo durante la primera semana de iniciada la obra. En esta capacitación se realizará una sensibilización al personal de construcción sobre la minimización de los residuos y la reutilización de insumos.

En relación con las estrategias de manejo, para un efectivo funcionamiento del plan, es importante que se realicen procesos continuos de sensibilización y capacitación de todo el personal involucrado en la etapa de Preparación del sitio del proyecto, con el propósito de darles a conocer los aspectos relacionados con el manejo integral de los Residuos Sólidos

Urbanos, Peligrosos y de Manejo Especial, explicando los procedimientos específicos, funciones, responsabilidades, mecanismos de coordinación, así como las directrices establecidas en la normatividad vigente. Es así que para la etapa de Preparación del sitio se debe establecer una capacitación de acuerdo al presente Plan de Manejo durante un periodo de una semana al inicio de la obra, y una serie de capacitaciones continuas para la etapa de operación; sobre todo para el personal que se vaya incorporando posteriormente.

Los temas planteados para ser expuestos en la capacitación son:

- Mecanismos para minimizar residuos.
- Talleres de separación de residuos, recolección, almacenamiento y simulacros de aplicación del plan de contingencia.
- Legislación ambiental vigente.
- Riesgos ambientales por el manejo inadecuado de residuos.
- Conocimiento del organigrama y responsabilidades asignadas.
- Beneficios ambientales.
- Talleres de seguridad y salud ocupacional en el manejo de residuos peligrosos.
- Taller de preparación de un residuo para su reaprovechamiento o reciclaje.
- Taller de aplicación del plan de contingencias.

Los procesos de formación y capacitación deben orientarse para fortalecer las buenas prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. Es importante que quede constancia de estas capacitaciones, cuyo formato deberá contener la fecha, nombre del tema abordado, listado de nombres y firma de los asistentes.

Para asegurar el cumplimiento del plan de manejo habrá que verificar el cumplimiento de las medidas propuestas, su correcta estructuración, además del control e identificación de aquellos aspectos que dificulten su adecuada implementación.

Clave	Acción
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.

Se evitará la disposición de residuos de cualquier tipo en el mar en todas las etapas, estableciendo estrategias tales como la instalación de puntos de acopio con contenedores, almacenes temporales de residuos peligrosos y de manejo especial durante la etapa de construcción, contenedores para la etapa de operación, letreros informativos y concientización al personal y usuarios del muelle.

Clave	Acción
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.

Los residuos sólidos urbanos se acopiarán en puntos establecidos dotados de contenedores diferenciados por tipo de residuos y posteriormente serán recolectados por la concesionaria del Ayuntamiento de Cozumel.

Clave	Acción
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle para el atraque y pernocta de embarcaciones. Durante su realización se adoptarán las medidas necesarias para que su ejecución sea de manera sustentable y minimice los impactos a los ecosistemas adyacente. El proceso constructivo se describe en el Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las medidas preventivas y de mitigación en el Capítulo VI.

Clave	Acción
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.

El proyecto no consiste en un desarrollo turístico, por lo que no le es aplicable la presente acción específica, sin embargo, en la formulación del presente proyecto se está tomando en consideración los criterios de sustentabilidad ambiental y social aplicables.

Clave	Acción
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo, con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.

Para el caso de la UGA 141, esta acción específica es aplicable únicamente en recintos portuarios ya establecidos, tal como lo establece la nota contenida en la ficha descriptiva de esta UGA. A pesar de lo anterior, se llevarán a cabo los estudios específicos, las modelaciones predictivas y los programas de monitoreo que garanticen que no se verán afectados los recursos naturales. Con referencia a los estudios de caracterización de biota marina, no se identificó vegetación o fauna marina que se encuentre enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como los estudios de modelación demostraron que no habrá afectación significativa en los procesos costeros por la construcción del muelle.

III.2.2.3 Acciones específicas aplicables a la UGA 178 Zona Marina de Competencia Federal

Una superficie del proyecto propuesto se contempla en la UGA 178, en la **Figura III:13** se describen las características de la UGA.

TIPO DE UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	0 habitantes	
Superficie:	311,046.005 ha	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico:		
Puerto Comercial:		
Puerto Pesquero:		
Nota	La acción A073 se aplicará solamente a los recintos portuarios ya establecidos	

Figura III:13. Ficha técnica de la unidad de gestión ambiental 178 Zona Marina de Competencia Federal

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguiente Acciones Específicas:

Cuadro III:19. Acciones específicas aplicables a la UGA 178.

Acciones específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	APLICA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	NA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA

Acciones específicas							
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

NA= No aplica

Clave	Acción
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.

La zona de influencia del proyecto Muelle Aldora Cozumel, se encuentra dentro del área denominada Canal de Cozumel, siendo su principal uso el tránsito marino y portuario y presenta afectaciones derivadas de estas actividades. Por la razón anterior, el área no es apta para la conservación o restauración de ecosistemas naturales y, por lo tanto, no es viable la constitución de un área destinada voluntariamente a la conservación o ANP en la zona.

Clave	Acción
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

El objetivo del proyecto es la construcción de un muelle, no se pretenden la introducción de especies en la zona marítima, por lo cual no es aplicable el presente criterio.

Clave	Acción
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.

La presente acción específica es para la observancia de las autoridades (SAGARPA, SEMARNAT, Estados, Municipios). De igual forma no se pretende establecer corredores biológicos para la conexión de las áreas naturales protegidas.

Clave	Acción
A018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

Esta acción específica es de observancia para la autoridad correspondiente (SEMARNAT, Estados), sin embargo, con referencia al estudio de caracterización de flora y fauna marina realizado en el área de estudio del proyecto, las especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

Para promover las acciones de protección y recuperación de los individuos que se encuentran bajo algún régimen de protección con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementarán y ejecutarán los presentes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos. Con el cumplimiento y seguimiento de dichos programas se da cumplimiento a la presente acción.

Clave	Acción
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.

La superficie donde se desarrollará el proyecto, así como su área de influencia no se encuentra dentro de una zona ni en aguas costeras afectadas por hidrocarburos. Para dar cumplimiento adecuado a la presente acción específica, se elaborará un programa de monitoreo de las condiciones de calidad del agua y sedimentos en el área de influencia del proyecto.

Clave	Acción
A-025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.

Esta acción específica hace referencia a la prevención de la contaminación y restauración del suelo, por lo cual la presente acción no es aplicable al proyecto ya que este se desarrollará en la zona marina. Sin embargo, se tiene previsto la aplicación de estrategias para el manejo de los residuos generados durante las etapas del proyecto.

Clave	Acción
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.

El análisis de la modelación del efecto que pudiera causar la construcción del Muelle Aldora arrojaron resultados donde se muestran afectaciones mínimas y locales. Esto debido a que el muelle estará construido a base de pilotes, no interrumpirá por completo ni la circulación del agua por corrientes, ni el oleaje incidente y por consiguiente el movimiento de sedimentos, esto debido a que el suelo está constituido mayormente de laja, en conclusión, los resultados serán locales y únicamente alrededor del muelle Aldora.

Clave	Acción
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.

No se pretenden el uso o aprovechamiento de la energía eólica en ninguna de las etapas descritas del proyecto.

Clave	Acción
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.

No se hará uso de la energía eléctrica a partir de la fuerza mareomotriz, ya que existe servicio de energía eléctrica en la zona urbanizada aledaña al proyecto, lo cual, de ser requerida la energía eléctrica se celebrará un contrato con la CFE.

Clave	Acción
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.

El rubro del proyecto no corresponde al de actividades de pesca extractiva o producción de especies acuícolas, por lo cual, la presente acción específica no es aplicable ya que el objetivo del proyecto es la construcción de un muelle.

Clave	Acción
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.

Durante las etapas del proyecto no se realizarán actividades de aprovechamiento de recursos pesqueros, las actividades a realizarse son las pertinentes para la construcción de un muelle, por lo cual la presente acción específica no es aplicable al proyecto en comento.

Clave	Acción
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.

En las actividades descritas del proyecto no se contempla la extracción de especies marinas para fines comerciales. Dada la naturaleza del proyecto el cual consiste en la construcción de un muelle, la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.

No se realizará la extracción de especies marinas para fines comerciales, lo cual la acción en comento no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.

No se realizará la extracción de especies marinas para fines comerciales o productivos, por lo cual la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.

Se contempla la aplicación de un reglamento de uso del muelle con el objetivo de que las embarcaciones presenten en este, no lleven a cabo actividades de limpieza o mantenimiento en las instalaciones una vez que estén atracadas y en pernocta las embarcaciones.

Clave	Acción
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.

El proyecto no contempla la ejecución de actividades pesqueras (extracción, producción, comercio, entre otros), por lo cual, la presente acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
A-048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.

No se realizarán actividades de extracción de recursos pesqueros, por lo cual no se requiere del uso de una flota pesquera, por lo tanto, la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.

Durante las actividades de construcción del muelle, se adoptarán las medidas necesarias para que su desarrollo sea de manera sustentable, por lo que se dará cumplimiento al presente criterio.

Clave	Acción
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo, con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.

El proyecto consiste en modificar un muelle existente para construir un muelle de dimensiones más grandes en forma de "L" con una apertura de 135°. Los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye

que la afectación será únicamente alrededor del muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima. Los resultados obtenidos por las modelaciones numéricas se anexan al presente documento.

Con referencia al estudio de caracterización de flora y fauna marina realizado en el área de estudio las observaciones principales que se destacan en el estudio de caracterización son las siguientes: la presencia de ictiofauna es escasa, la comunidad de corales escleractinios es muy pobre, con la composición de especies ruderales, se detectó la presencia de la nueva enfermedad denominada Síndrome blanco, en el fondo marino del área de estudio y sus alrededores hay presencia de residuos sólidos dispersos.

De igual forma se identificaron especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

Para promover las acciones de protección y recuperación de los individuos que se encuentran bajo algún régimen de protección con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementarán y ejecutarán los presentes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos. Con el cumplimiento y seguimiento de dichos programas se da cumplimiento a la presente acción.

Clave	Acción
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.

La presente acción no es aplicable al proyecto, ya que las embarcaciones que atracarán al muelle no corresponden con actividades marítimas relacionadas con el tráfico comercial de mercancías, así como las características de las embarcaciones de la presente acción no corresponden a las que atracarán y pernoctarán en el muelle Aldora. Sin embargo, se efectuaron estudios de modelos numéricos, mostrando afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo.

III.2.2.4 Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata Mar Caribe

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.

En el área de estudio no se observaron corales del grupo taxonómico gorgonáceo y los corales escleractinios fueron muy escasos en el área de estudio, destacando especies principalmente ruderales, y algunas de las colonias presentaron signos de la enfermedad denominada Síndrome blanco. El área ha sido previamente impactada por el muelle existente y los colindantes a este, en el área de estudio se presentó abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo, así como una intensa navegación y anclaje de embarcaciones pequeñas. La construcción del muelle Aldora no se realizará sobre comunidades o colonias arrecifales, por lo cual, el presente criterio se cumple.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

En la **Figura III:14** se presenta la superficie que abarca cada tipo de ambiente marino identificado en el área de estudio.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

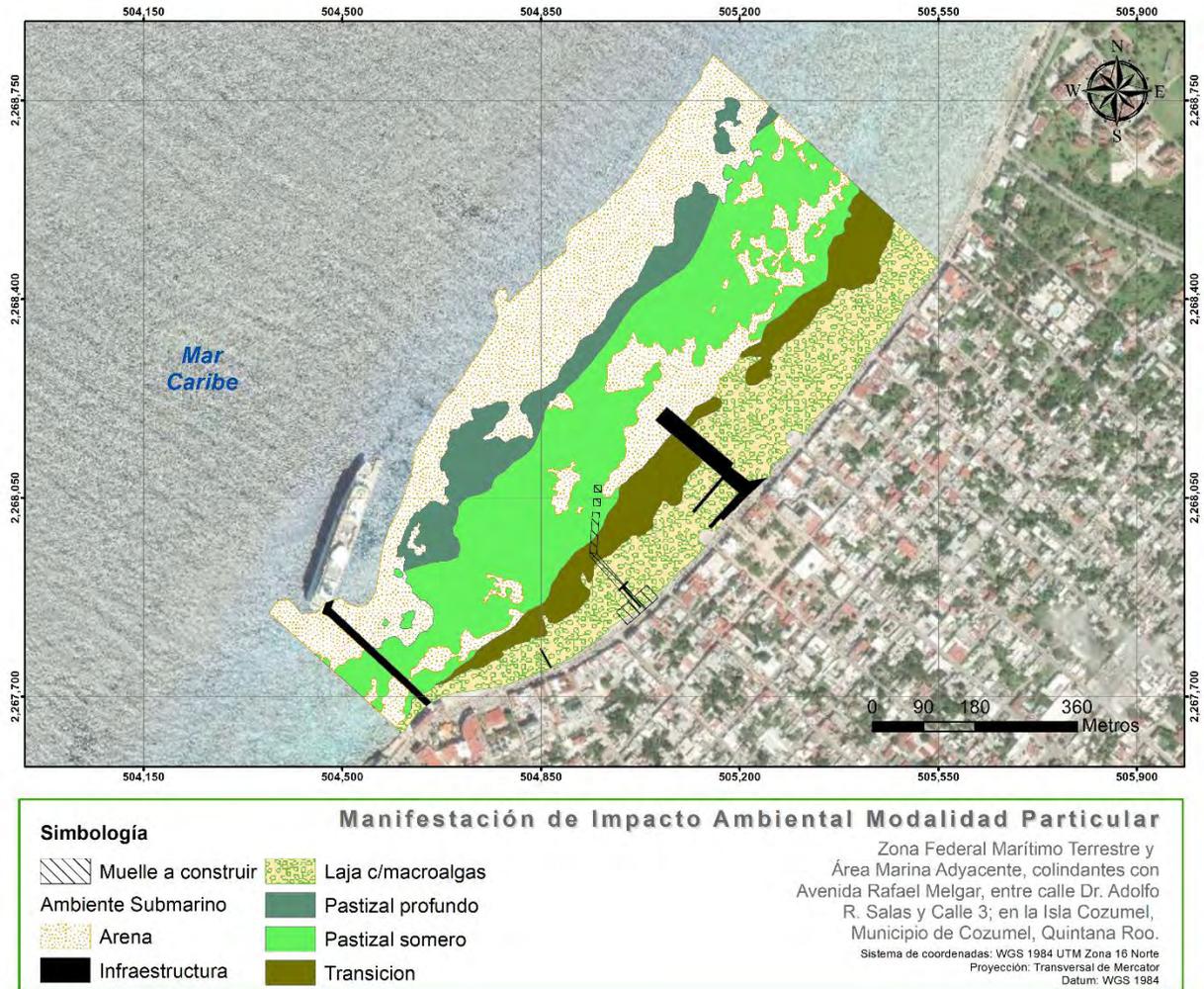


Figura III:14. Mapa de ambientes del polígono considerado como área de estudio.

De igual forma en el **Cuadro III:20** se especifica la superficie por el tipo de ambiente que se definió en el área de estudio, expresado en hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

Cuadro III:20. Superficie por tipo de ambiente definido en el área de estudio.

Ambiente submarino	Superficie (ha)	Superficie %
Laja c/macroalgas	10.82	18.55
Transición	5.33	9.14
Arena	19.05	32.67
Pastizal somero	17.11	29.35
Pastizal profundo	4.81	8.25
Infraestructura*	1.19	2.04
TOTAL	58.31	100.00

*La vegetación presente debajo del muelle actual es de laja con macroalgas.

La instalación del muelle será en tres ambientes marinos, los cuales son: **transición** que cubre un **529.20 m²**, el cual este compuesto por laja, **laja con macroalga** con una superficie de **2,581.62 m²** con presencia de alga verde *Rhizocephalus phoenix*, sin embargo, la

superficie no se encuentra cubierta en su totalidad de vegetación, siendo más evidente la presencia de la laja y, por último, **pastizal somero** que cubre **819.53 m²** del área de construcción del muelle. En el **Cuadro III:21** se describe la superficie de pastizal somero con respecto al estudio de caracterización efectuado y con respecto a la superficie del muelle.

Cuadro III:21. Descripción del ambiente pastizal somero con respecto al área de estudio y superficie del muelle.

Ambiente submarino	Superficie del área de estudio (m ²)	Superficie del área de estudio %	Superficie con respecto al muelle (m ²)	Superficie con respecto al muelle %
Pastizal somero	171,100.00	29.35	812.53	17.77

Si bien, existe la presencia de pastizal la cobertura de retiro será mínima, por la instalación de los pilotes. En el **Cuadro III:22** se describe la ubicación y superficie que cubren dichas estructuras.

Cuadro III:22. Descripción de los pilotes a instalar en el ambiente pastizal somero

Descripción	Número de pilotes	Área (m ²)
Duque de alba 1	16	24.63
Duque de alba 2	16	24.63
Pasarela	37	56.96
Total	69	106.22

La superficie de pastizal somero existente en el área de construcción del muelle es de 812.53 m², donde un 12.96 % representa la cobertura a retirar (106.22 m²), dicha cobertura representa un 0.062 % de la superficie total del área de estudio respecto al ambiente pastizal somero. El retiro de la cobertura de pasto no representa una afectación para dicha vegetación, ya que no representa ni el 1% de la vegetación de pastizal somero identificado en el estudio de caracterización marina.

Para minimizar el impacto sobre la vegetación acuática sumergida se implementará el rescate y reubicación de los pastos marinos presentes en el área de construcción del muelle. La remoción de la vegetación se hará en la superficie donde se hará la instalación de los pilotes, para ello se requiere un área de 1.54 m² por pilote. Para el rescate de la vegetación se efectuará un corte directo de la vegetación en el área, este corte se realizará por secciones a una profundidad donde se puedan retirar los rizomas y raíces sin dañarse. El corte será de forma circular por secciones para formar camas de vegetación y posteriormente ser trasladados a las áreas de reubicación, las cuales serán identificadas previamente al proceso de corte (**Figura III:15**).

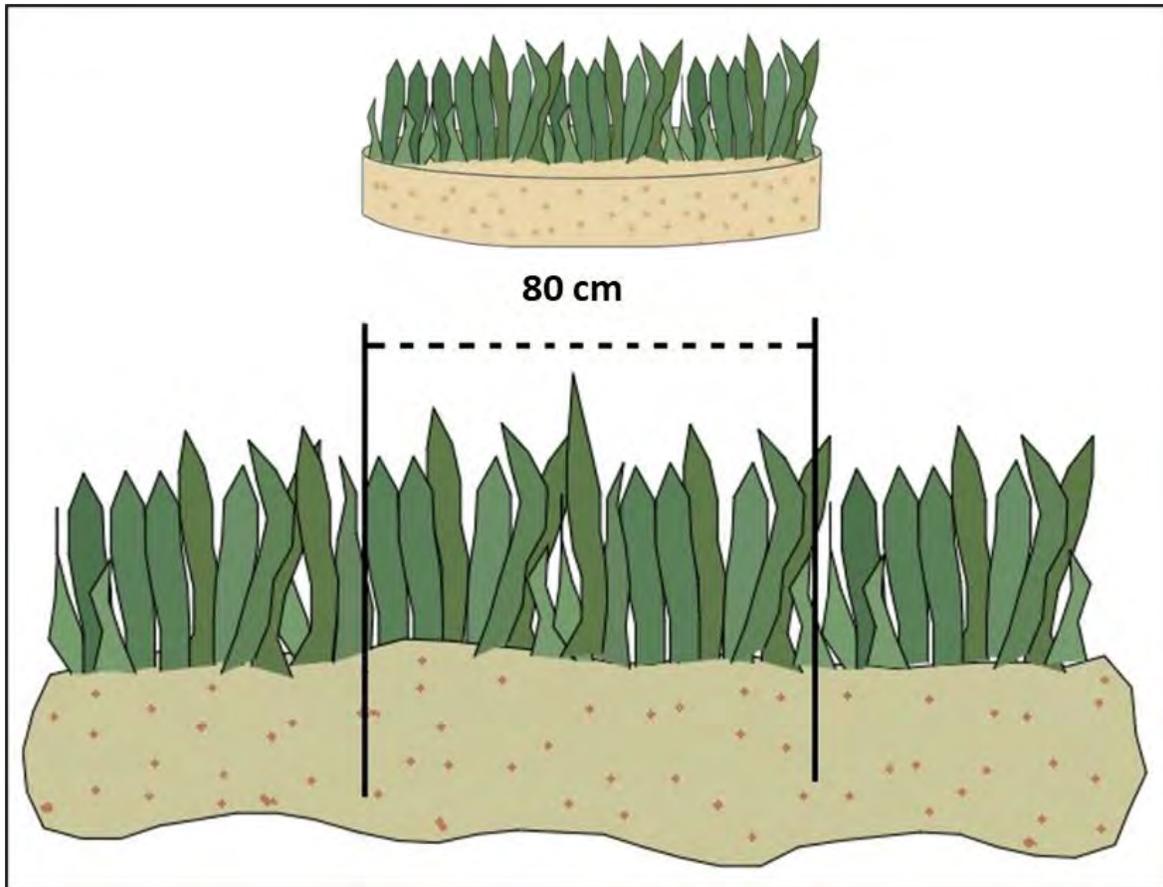


Figura III:15. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Para aumentar las probabilidades de éxito de la plantación de los pastos marinos, como método alternativo para realizar el trasplante, se utilizarán plántulas, en lugar de ejemplares adultos, como lo proponen Pereda-Briones et al. (2017)⁹, mediante un método de plantación en gaviones con bolsillos de malla propuesto por Alagna et al. (2019)¹⁰ (**Figura III:16**).

⁹ Pereda-Briones, L., Tomas, F. & Terrados, J. (2017) Field transplantation of seagrass (*Posidonia oceanica*) seedlings: Effects of invasive algae and nutrients. *Marine Pollution Bulletin*. 134, pp. 160-165.

¹⁰ Alagna, A., D'Anna, G., Musco, L., Fernandez, T. V., Gresta, M., Pierozzi, N., & Badalamenti, F. (2019). Taking advantage of seagrass recovery potential to develop novel and effective meadow rehabilitation methods. *Marine pollution bulletin*, 149, 110578.

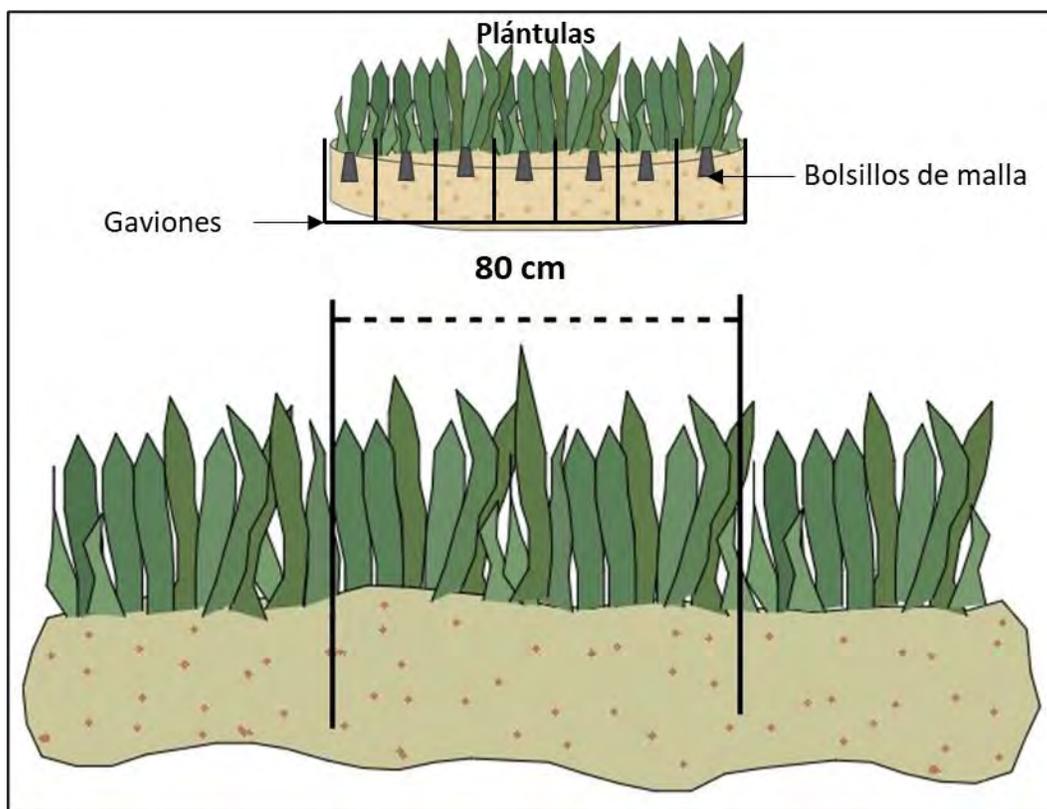


Figura III:16. Ejemplo de rescate de vegetación de pasto marino a partir del corte.

Un tercer método propuesto para emplear consiste en desenterrar cuidadosamente 2 metros de rizoma y sus respectivas raíces. El rizoma se cortará por ambos extremos y se amarrará con rafia a la guía, la cual consiste en una varilla de bambú de 2 metros. Posteriormente, se asegurará de ambos extremos el rizoma a la guía, usando rafia, dicha rafia a su vez estará unida a una bolsa de fibra natural con una capacidad para 500 gramos de arena cuya función será anclar la guía al fondo marino. En seguida, se transportará la guía al área de reubicación, seleccionada previamente; y finalmente, se colocará la guía en el fondo y se rellenarán con arena las bolsas que servirán de anclas y se cubrirán con el mismo material. Mediante el uso de un navegador GPS, se marcará el punto de reubicación. Posterior al rescate y reubicación, se llevarán a cabo monitoreos mensuales en los que se evaluará la sobrevivencia y crecimiento de los pastos y las plántulas. Cuando se observe que tanto el rizoma como sus respectivas raíces se han fijado al sustrato, se removerá la guía de bambú para ser reutilizada posteriormente y así evitar dejar residuos en el área.

El programa al que se refiere el párrafo anterior se ejecutará en los sitios donde se construirán los pilotes del muelle que cuenten con presencia de vegetación de pasto marino, las cuales resultan de la caracterización presentada anteriormente y con más detalle en el capítulo IV.

El Programa de Rescate de y Reubicación de Pastos Marinos tendrá el objetivo de mitigar la afectación del área cubierta por pastos marinos de las especies *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* que se encontraron en el sitio de desplante del muelle. Cabe señalar que estas especies fueron seleccionadas para el rescate, ya que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, modificada en 2019, en categoría de amenazadas, las dos primeras y de protección especial en el caso de la última.

En relación a los resultados esperados de la implementación de este programa Alagna et al. (2013) obtuvieron, en un estudio experimental en diferentes microhábitats, supervivencias máximas del 81% y en el experimento de Alagna et al. (2020), los autores llegaron hasta $88.89 \pm 3.93\%$, es decir en un rango del 84.96 a 92.82% con el método de trasplante propuesto, siendo estos alcances posibles dependiendo de las condiciones del sitio donante y el sitio de trasplante.

Vale la pena señalar que los niveles de supervivencia indicados en el párrafo anterior se obtuvieron fuera de México, específicamente en la región mediterránea (Italia) y en condiciones experimentales; es decir, controladas. En México no hay antecedentes de experiencias de este tipo y menos aún en condiciones naturales o no controladas; además de que la especie con la que se trabajó en los estudios citados (Posidonia oceánica) también fueron diferentes a las que presenta el sitio del proyecto (*Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*), por lo que los resultados esperados se establecen a reserva de las condiciones locales del sitio, de la respuesta de las especies a trasplantar al manejo y del trasplante mismo. Con base en las consideraciones anteriores, los resultados esperados de la implantación de este programa son de alrededor del $80 \pm 5\%$ de supervivencia; es decir, del 75 al 85%.

Además del anterior, en el programa se especifican otros dos métodos para la implementación del mismo, los cuales se espera que tengan resultados similares en cuanto a porcentaje de supervivencia.

Con la implementación de este Programa de Rescate de y Reubicación de Vegetación Marina, el cual se anexa en su forma extensa la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, se da cumplimiento a la presente acción, permitiendo la reubicación total de la vegetación presente en las áreas propuestas para la construcción del muelle.

Es importante destacar que el área de instalación del Muelle Aldora y sus alrededores representa una carga importante de tráfico marítimo para fines de fondeo, recorridos turísticos y transportación, por lo cual, el fondo marino del área de estudio tiene la presencia de abundantes residuos sólidos dispersos, así como la presencia de la nueva

enfermedad denominada síndrome blanco en una colonia de coral de crecimiento masivo de la especie *Pseudodiploria strigosa*.

En la **Figura III:17** se representa la ubicación y cantidad de pilotes a colocar en el área de pastizal somero.

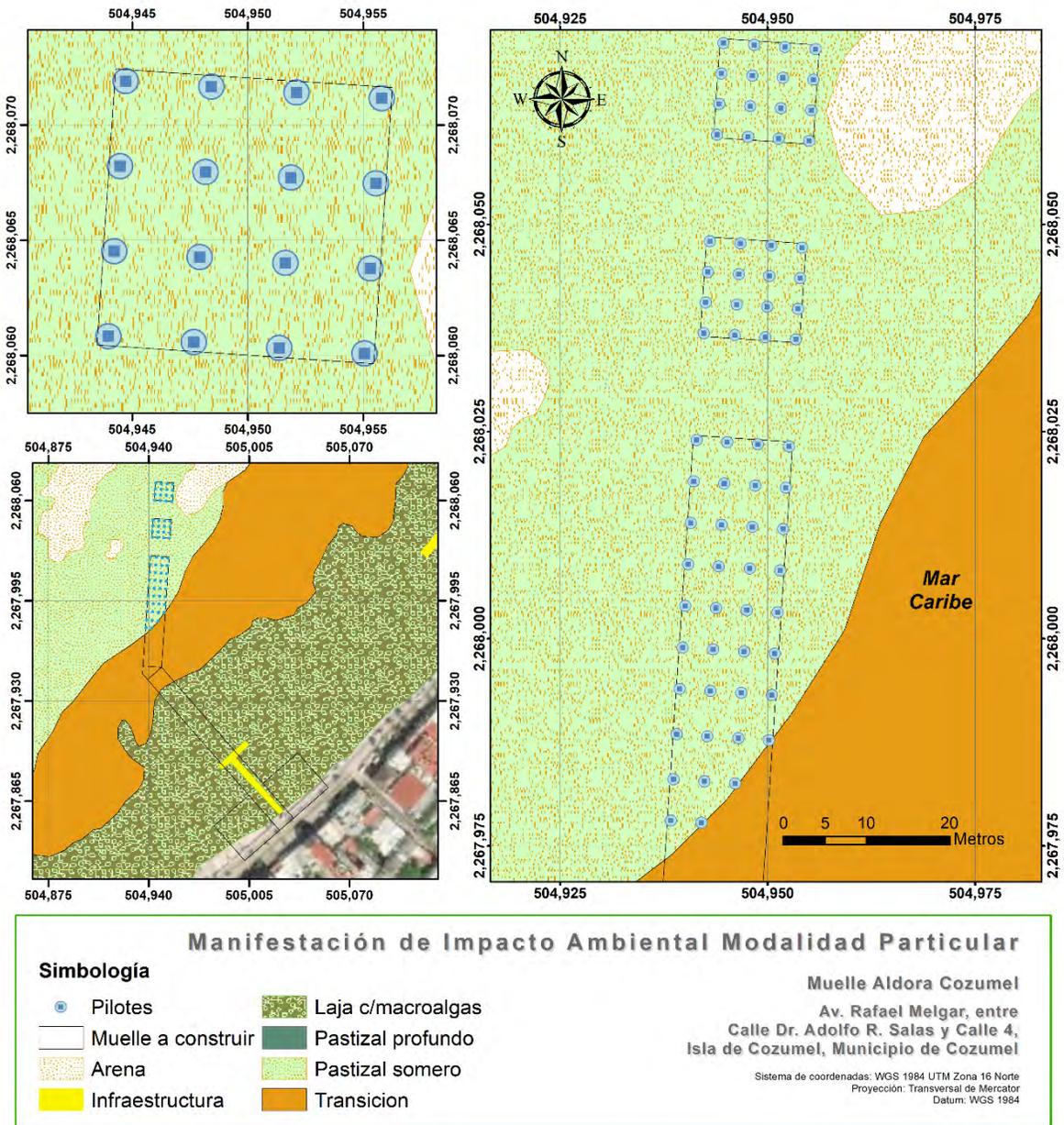


Figura III:17. Ubicación de los pilotes en el ambiente pastizal somero

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

El proyecto no implica la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles en ninguna de sus etapas, por lo que no es aplicable este criterio.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.

En el área de estudio no se observaron corales del grupo taxonómico gorgonáceo y los corales escleractinios fueron muy escasos en el área de estudio, destacando especies principalmente ruderales, y algunas de las colonias presentaron signos de la enfermedad denominada Síndrome blanco. El área ha sido previamente impactada por el muelle existente y los colindantes a este, en el área de estudio se presentó abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo, así como una intensa navegación y anclaje de embarcaciones pequeñas. De igual forma, la construcción del muelle Aldora no se realizará sobre comunidades o colonias arrecifales, por lo cual, el presente criterio se cumple.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.

El proyecto no consiste en la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos y además no se encuentra en zonas arrecifales ni ecosistemas representativos. Sin embargo, toda actividad de rescate y ahuyentamiento de fauna se describirá y efectuará con referencia a un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de fauna con la respectiva normatividad aplicable, el cual se someterá a evaluación ante la Secretaría. Por lo cual, el presente criterio se cumple.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.

El proyecto no consiste en la construcción de estructuras promotoras de playas por lo que este criterio no le es aplicable.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.

No se verterán hidrocarburos en el área de influencia marina del proyecto en ninguna de sus etapas, con lo que se cumple con el criterio en comento.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.

El proyecto y su área de influencia no se encuentran en una zona de anidación de tortugas marinas, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.

En el área de estudio no se observaron corales del grupo taxonómico gorgonáceo y los corales escleractinios fueron muy escasos en el área de estudio, destacando especies principalmente ruderales, y algunas de las colonias presentaron signos de la enfermedad denominada Síndrome blanco. El área ha sido previamente impactada por el muelle existente y los colindantes a este, en el área de estudio se presentó abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo, así como una intensa navegación y anclaje de embarcaciones pequeñas. De igual forma, la construcción del muelle Aldora no se realizará sobre comunidades o colonias arrecifales, por lo cual, el presente criterio se cumple.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.

Durante la construcción y operación del muelle se establecerán medidas de difusión de las normas ambientales en materia de residuos, en materia de flora y fauna marina, a fin de prevenir la contaminación y deterioro de la zona marina. Estas medidas incluyen la colocación de señales, letreros informativos y restrictivos, pláticas y capacitaciones al personal en relación a las normas y código de conducta adecuado para lograr el objetivo del criterio en comento.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.

El proyecto no incluye obras de canalización y no requiere dragado debido a que las profundidades exceden las dimensiones de calado máximo de las embarcaciones que atracarán en el muelle; por lo tanto, este criterio no le es aplicable al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.

El muelle tendrá la capacidad para el atraque y pernocta de embarcaciones menores a las dimensiones establecidas en el presente criterio.

Sin embargo, los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye que la afectación será únicamente alrededor del muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima. Los resultados obtenidos por las modelaciones numéricas se anexan al presente documento.

Las observaciones principales que se destacan en el estudio de caracterización son las siguientes: la presencia de ictiofauna es escasa, la comunidad de corales escleractinios es muy pobre, con la composición de especies ruderales, se detectó la presencia de la nueva enfermedad denominada Síndrome blanco, en el fondo marino del área de estudio y sus alrededores hay presencia de residuos sólidos dispersos. Se registraron especies contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se establecerán los siguientes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, con el fin de preservar y evitar afectación a la fauna marina. Dichos programas se anexan en el presente documento.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
-------	----------------------------------

ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.
---------------	--

El muelle no será destinado al atraque de embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva, por lo que el criterio en comento no le es aplicable al proyecto.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

El proyecto no se ubica en la zona oriente de la Península de Yucatán ni en humedales, por lo que no le es aplicable este criterio de regulación ecológica. Además de lo anterior, el proyecto no se ubica en las UGAS 139, 152 ni 156. Por otro lado, la creación de áreas de protección en esquemas de ordenamientos ecológicos locales corresponde a las instancias y autoridades de su formulación, expedición y ejecución. Por lo tanto, este criterio de regulación ecológica no le es aplicable al proyecto.

III.2.2.5 Criterios de Regulación Ecológica aplicables a las Islas

Clave	Acción
IS-01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla

El proyecto consiste en la construcción de un muelle, no se pretende el establecimiento de centros poblacionales, lo cual, el presente criterio no es aplicable.

Clave	Acción
IS-02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la isla

El presente criterio es de observancia a las autoridades correspondientes, por lo cual no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
IS-03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar

El proyecto no contempla la permanencia o servicios al turista ni el consumo de agua en el muelle, por lo cual el presente criterio no es aplicable.

Clave	Acción
IS-04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.

Los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye que la afectación será únicamente alrededor del muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima. Los resultados obtenidos por las modelaciones numéricas se anexan al presente documento.

Las observaciones principales que se destacan en el estudio de caracterización son las siguientes: la presencia de ictiofauna es escasa, la comunidad de corales escleractinios es muy pobre, con la composición de especies ruderales, se detectó la presencia de la nueva enfermedad denominada Síndrome blanco, en el fondo marino del área de estudio y sus alrededores hay presencia de residuos sólidos dispersos. Se registraron especies contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se establecerán los siguientes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, con el fin de preservar y evitar afectación a la fauna marina. Dichos programas se anexan en el presente documento

Clave	Acción
IS-05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre

El desarrollo del proyecto no contempla el uso de productos químicos ni la construcción de depósitos de combustibles, por lo cual, esta acción no es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

En el área de estudio no se observaron corales del grupo taxonómico gorgonáceo y los corales escleractinios fueron muy escasos, destacando especies principalmente ruderales, y algunas de las colonias presentaron signos de la enfermedad denominada Síndrome

blanco. El área ha sido previamente impactada por el muelle existente y los colindantes a este, en el área de estudio se presentó abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo, así como una intensa navegación y anclaje de embarcaciones pequeñas. Durante las actividades de preparación de sitio y construcción se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, esto con las disposiciones o especificaciones de la normatividad correspondiente, sin embargo, se comenta que en el área destinada al desplante del muelle no existe de la presencia de comunidades de arrecifes naturales o artificiales.

Clave	Acción
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.

Durante la operación del muelle no se pretende la contratación de prestadores de servicios acuáticos, lo cual la presente acción no es aplicable al proyecto. Sin embargo, se hará uso de un reglamento interno para el uso del muelle, el cual deberá ser respetado por las embarcaciones que atraquen a este.

Clave	Acción
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.

No se realizarán actividades de buceo autónomo o libre en ninguna de las etapas del proyecto, por lo cual, la presente acción no es aplicable.

Clave	Acción
IS-9	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena

El uso del muelle es para el atraque y amarre de embarcaciones, por lo cual, no se realizará maniobras de anclaje.

Clave	Acción
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o restauración de dichas colonias de anidación

La zona de construcción del muelle, así como su área de influencia no presenta colonias reproductivas de aves costeras o marinas.

Clave	Acción
IS-11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.

En las etapas del proyecto no se contemplan actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas adyacente al proyecto, en términos del artículo tercero de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, que establece:

Artículo 3.- Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:

- I. Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*

No se realizará la evacuación, eliminación, introducción o liberación de desechos ni materias de las embarcaciones que atraquen en el muelle Aldora Cozumel.

- II. El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, así como las que se deriven de éste;*

El proyecto no implica el hundimiento deliberado de embarcaciones, aeronaves o plataformas de ningún tipo.

- III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho del mar o en el subsuelo de éste desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*

El proyecto no implica el almacenamiento de desechos ni otras materias en el mar o en el subsuelo de éste en ninguna de sus etapas. Cabe señalar que el material proveniente de la demolición del muelle existente se extraerá del lecho marino y se dispondrá en un sitio de tiro autorizado por la dependencia estatal competente.

- IV. El abandono de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, u otros objetos, incluyendo las artes de pesca, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas;*

No se pretende el abandono de las embarcaciones, aeronaves, plataformas, construcciones ni objetos en el área de influencia del proyecto.

- V. La descarga de cualquier tipo de materia orgánica como atrayente de especies biológicas, cuyo fin no sea su pesca;*

No se pretende la descarga de materia orgánica como atrayente de especies biológicas de ningún tipo. El proyecto no consiste en la construcción de un muelle pesquero.

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

El proyecto no consiste en la conformación de arrecifes artificiales de ninguna clase

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

El proyecto no provocará la resuspensión de sedimentos de un sitio a otro en ninguna de sus etapas. En el proceso constructivo, la extracción de material del fondo para la cimentación de la estructura no traerá como consecuencia la suspensión ni la sedimentación de cantidades significativas de disco material. Para evitar dicha resuspensión y prevenir daños a los pastos marinos y otros organismos que habitan la zona, se tiene contemplada como principal medida de mitigación la colocación de una malla geotextil.

Toda vez que el proyecto no coincide con ninguna de las definiciones de vertimientos en términos de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, se concluye que no requiere permiso por parte de la Secretaría de Marina. Por lo tanto, la presente acción especial para Islas no le es aplicable al proyecto.

Clave	Acción
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.

En ninguna etapa del proyecto se pretende la introducción de especies no nativas a la isla, por lo que se cumplirá con este criterio.

Clave	Acción
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.

El proyecto no contempla actividades de remoción de vegetación en la isla, por lo que se cumplirá con este proyecto.

Clave	Acción
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT, así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.

La isla cuenta con una población residente mayor a la de 50 habitantes, por lo que este criterio no le es aplicable.

Clave	Acción
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.

El proyecto no se realizará en una isla que se encuentre dentro de un ANP, ni el proyecto se encuentra en una superficie considerada ANP, por lo cual el criterio no es aplicable.

Clave	Acción
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.

Este criterio no es de competencia de los particulares, sino de las autoridades encargadas de la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial. Por otro lado, el proyecto no consiste en un muelle pesquero.

III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel

De acuerdo con el análisis espacial realizado con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), únicamente el 11.44% de la superficie total del muelle se encuentra en la UGA CP1 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (POEL-Cozumel). El mapa de ubicación del proyecto con respecto a este ordenamiento se presenta en la **Figura III:18**.

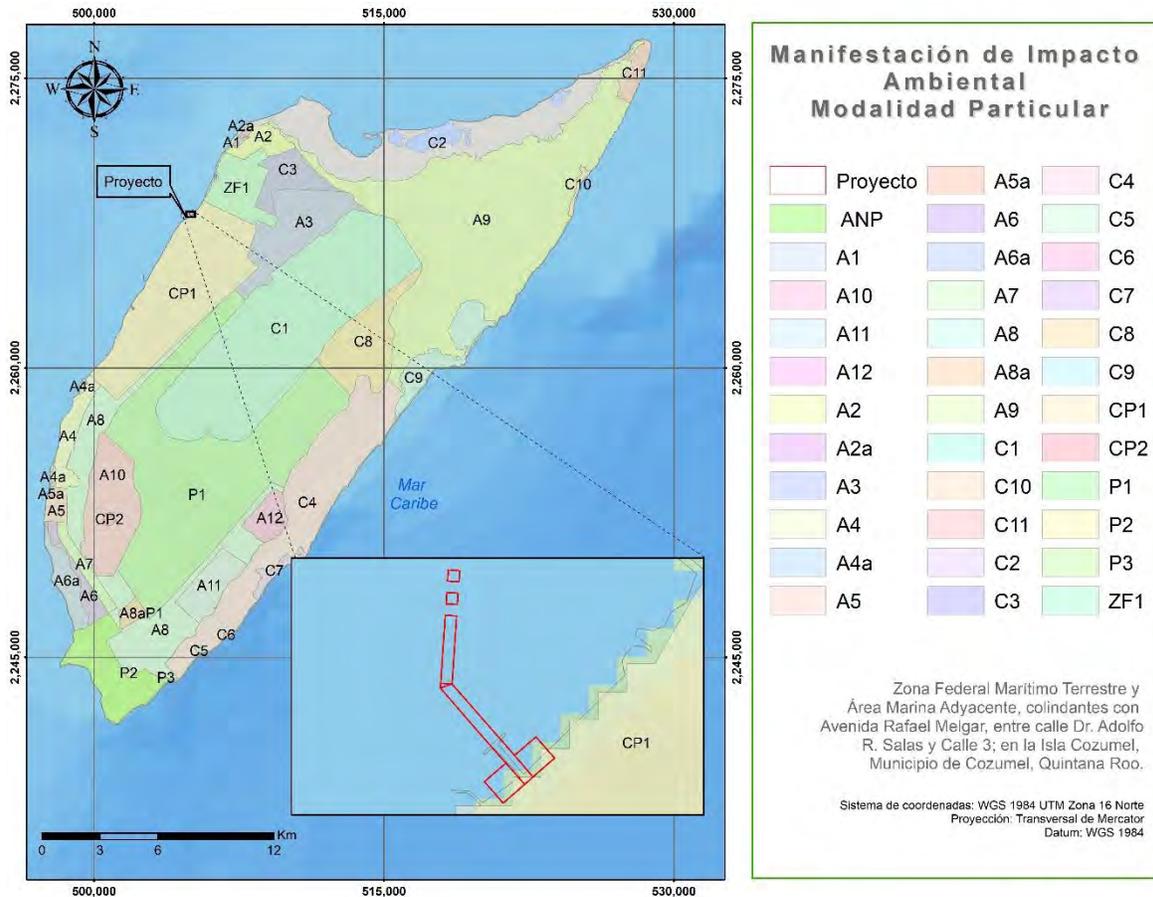


Figura III:18. Mapa de ubicación del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias del POEL-Cozumel que son aplicables a la UGA CP1.

III.2.3.1 Estrategias generales

Estrategia general

Se deberá desarrollar un programa de monitoreo poblacional de especies endémicas al municipio o que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Con referencia al estudio de Caracterización de biota marina realizado en el área de influencia del proyecto, las especies de vegetación y fauna marina presentes en el área del proyecto que tienen alguna categoría respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, son las siguientes (**Cuadro III:23**):

Cuadro III:23 Listado de especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Magnolipphyta	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

Se implementará y ejecutaran los siguientes programas: Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina y el Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos, en cada uno de ellos se pretenden realizar un monitoreo en un periodo específico para verificar los avances de la aplicación de los programas, y así evidenciar los resultados. Por lo que la presente acción se cumplirá.

Estrategia general

Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna.

No se realizará la introducción de especies de flora y fauna en ninguna etapa del proyecto. Con lo que se cumplirá con esta estrategia general.

Estrategia general

La cobertura vegetal de las áreas no sujetas a aprovechamiento, se deberá conservar en las condiciones naturales de flora y fauna nativa silvestre.

El sitio no cuenta con cobertura vegetal, ya que se encuentra en un área marina, por lo que no es aplicable esta estrategia general.

Estrategia general

Se debe promover un programa de erradicación de perros, gatos y ganado ferales, boas (*Boa constrictor*), ratas de ciudad (*Rattus*, *Rattus norvegicus*) y ratones de casa (*Mus musculus*).

En el área del proyecto no se encuentran perros, gatos o ganado ferales, boas, ratas de ciudad ni ratones, por lo que no es aplicable esta estrategia general.

Estrategia general

Queda prohibido el uso de venenos en los programas de erradicación de especies introducidas.

El proyecto no implica la erradicación de especies introducidas, por lo que no le es aplicable esta estrategia general.

Estrategia general

Se prohíbe la fumigación de áreas con vegetación natural con excepción de las campañas nacionales de control de vectores de enfermedades y plagas.

Esta estrategia general no es aplicable al proyecto. No existe vegetación natural en el área de influencia. De igual forma, la construcción del muelle será en territorio marino.

Estrategia general

Se prohíbe el aprovechamiento de leña para fabricación de carbón.

No se realizará el aprovechamiento de leña para la fabricación en ninguna etapa del proyecto.

Estrategia general

La Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio deberá realizar un monitoreo sobre el aprovechamiento de leña para uso doméstico conforme a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.

No se realizará el aprovechamiento de leña para la fabricación en ninguna etapa del proyecto

Estrategia general

El Ayuntamiento, grupos conservacionistas y operadores turísticos deberán iniciar, en coordinación, un programa de educación ambiental en un lapso menor a 2 años.

Esta estrategia general es aplicable al Ayuntamiento de Cozumel, grupos conservacionistas y operadores turísticos, por lo que no es de pertinencia al proyecto.

Estrategia general

Es obligatorio el confinamiento de los residuos sólidos en los sitios de disposición final que determine la autoridad municipal competente.

Los residuos serán dispuestos en sitios autorizados y manejados según las estrategias contenidas en esta Manifestación de Impacto Ambiental y en el programa autorizado para el manejo de residuos de competencia estatal, por lo que el proyecto cumplirá con esta estrategia general.

Estrategia general

La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel o equivalente queda condicionada a que el H. Ayuntamiento implemente un programa que incremente en un 20% con respecto al momento de hacer la solicitud, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.

El proyecto no consiste en la construcción de cuartos de hotel o equivalentes, por lo que esta estrategia general no es aplicable al mismo.

III.2.3.2 Estrategias específicas de la UGA CP1

ESTRATEGIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

Los asentamientos humanos se regirán por el Plan de Desarrollo Urbano vigente.

Esta estrategia no es aplicable al proyecto, ya que éste no consiste en el establecimiento de nuevos asentamientos humanos.

ESTRATEGIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

Se permite la construcción de nuevas viviendas residenciales siempre y cuando éstas se conecten con la red de drenaje municipal

Esta estrategia no es aplicable al proyecto, ya que éste no consiste en la construcción de nuevas viviendas.

ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se prohíbe la perforación de nuevos pozos domésticos para extracción de agua del acuífero

El proyecto no incluye la perforación de nuevos pozos domésticos para la extracción de agua del acuífero; por lo tanto, esta estrategia no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El Ayuntamiento deberá levantar un inventario de los pozos domésticos con el fin de regular el volumen de extracción de agua del acuífero

La aplicación de esta estrategia corresponde al Ayuntamiento de Cozumel, por lo que no le es aplicable al proyecto. De igual forma, en ninguna etapa del proyecto se realizará la extracción del agua del acuífero.

ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos que no estén habilitados para dicho fin.

Durante la construcción del proyecto se establecerán letrinas portátiles cuyo contenido será recolectado por la empresa prestadora del servicio de renta y mantenimiento autorizada para tal efecto. El proyecto no generará aguas residuales en su etapa de operación. En ninguna etapa del proyecto se verterán aguas residuales al mar.

ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

Es obligatoria la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento.

Durante la construcción del proyecto se establecerán letrinas portátiles cuyo contenido será recolectado por la empresa prestadora del servicio de renta y mantenimiento autorizada para tal efecto y conducida a la planta de tratamiento que le corresponda. El proyecto no generará aguas residuales en su etapa de operación.

ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

Es obligatoria la disposición de los lodos en los sitios previamente autorizados por la Autoridad Competente.

No se generarán lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales como parte de las actividades del proyecto.

ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

Se prohíbe la disposición de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua, zonas inundables, mar y acuífero.

El proyecto no generará aguas residuales tratadas, por lo que no le es aplicable esta estrategia.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos.

No se establecerán tiraderos a cielo abierto para la disposición de los residuos, por lo que se cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se prohíbe la quema de residuos sólidos

No se realizará la quema de residuos sólidos en ninguna etapa del proyecto por lo que se cumple con la presente estrategia.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se prohíbe el depósito de residuos sólidos en áreas silvestres.

No se realizará el depósito de residuos sólidos en áreas silvestres, por lo que se cumplirá con este criterio.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos.

Como parte de las estrategias propuestas para el manejo de los residuos en las etapas del proyecto, se establecerá una estrategia de separación de residuos y su recolección, en la cual se valorizarán aquellos residuos que son susceptibles a reciclaje.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es obligatorio contar con un programa de disposición de residuos peligrosos avalado por la Autoridad Competente.

El proyecto no requiere la presentación de un programa de disposición de residuos peligrosos debido a que no es un gran generador de residuos de este tipo; es decir no generará más de 10 toneladas anuales, además de que no es productor, importador, exportador, distribuidor ni comerciantes de productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos. Sin embargo, en las medidas de mitigación de impactos se describen las estrategias de manejo de los residuos peligrosos que se generen en la etapa de construcción del proyecto, tales como el establecimiento de un almacén temporal, en el que no se almacenarán los residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses, para dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y la NOM-052-SEMARNAT-2005.

ESTRATEGIA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

El Ayuntamiento deberá elaborar un programa de instalación de fuentes de energía alternativa (eólica y solar) a fin de instrumentarlo en un plazo de dos años.

La aplicación de esta estrategia corresponde al Ayuntamiento de Cozumel, por lo que no le es aplicable al proyecto.

ESTRATEGIA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

En las nuevas vialidades, la Manifestación de Impacto Ambiental deberá demostrar que éstas no tendrán un efecto negativo sobre el flujo natural del agua dulce y marina, así como sobre los movimientos y mortalidad de la fauna.

El proyecto no consiste en la construcción de nuevas vialidades; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable al mismo. Sin embargo, los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye que la afectación será únicamente alrededor del Muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima. Los resultados obtenidos por las modelaciones numéricas se anexan al presente documento.

ESTRATEGIA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

En las vialidades, es obligatoria la disposición de leyendas y señalamientos informativos y restrictivos que permitan proteger a la fauna silvestre nativa.

El proyecto no consiste en la construcción de nuevas vialidades. Sin embargo, el muelle contará con señalizaciones y letreros informativos y restrictivos para evitar la afectación de la fauna que pudiera presentarse durante los trabajos de construcción o el paso de personas en la operación.

ESTRATEGIA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre nativa, con excepción de las condicionadas por la SCT en la instalación portuaria.

El proyecto no contempla la construcción de cercados o bardas por lo que cumplirá con la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

Es de carácter obligatorio la adaptación de sistemas que permitan el flujo adecuado del agua entre los humedales adyacentes a los caminos.

El proyecto no se encuentra adyacente a humedales, por lo que no le es aplicable esta estrategia.

ESTRATEGIA DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES

En los actuales bancos de extracción de material solo se permitirá la extracción de conformidad con la normatividad aplicable en la materia y un programa integral de restauración que entrará en vigor al finalizar la etapa de aprovechamiento, avalado por las autoridades competentes.

Los materiales requeridos para la construcción provendrán de bancos autorizados, por lo que se cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES

La autorización de la extensión a explotar de los bancos de material estará sujeta al establecimiento de una zona de amortiguamiento dentro del predio que proteja la cobertura vegetal que lo circunda.

No se pretende someter a autorización la extensión de bancos de materiales. Los materiales requeridos procederán de bancos autorizados en materia ambiental y/o forestal, según lo que sea aplicable. Por lo anterior, se cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES

La anchura de la zona de amortiguamiento deberá determinarse a partir de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales circundantes que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.

No se pretende la apertura de nuevos bancos de materiales. Los materiales requeridos para la construcción provendrán de bancos autorizados en materia ambiental y/o forestal, según lo que sea aplicable. Por lo anterior, se cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES

Es obligatorio el inicio de un programa de restauración de los bancos de material que estén a punto de finalizar su etapa productiva en un periodo menor a un año a partir del cierre de operaciones

No se pretende la apertura de nuevos bancos de materiales. Los materiales requeridos para la construcción provendrán de bancos autorizados en materia ambiental y/o forestal, según lo que sea aplicable. Por lo anterior, se cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de las áreas de desplante de la obra.

No se establecerán campamentos de construcción debido a que el proyecto colinda con la zona urbana de Cozumel. En todo caso, la oficina de obra y el lugar de estancia de los trabajadores será en este centro de población.

ESTRATEGIA PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la Manifestación de Impacto Ambiental.

No se establecerán campamentos de construcción debido a que el proyecto colinda con la zona urbana de Cozumel. En todo caso, la oficina de obra y el lugar de estancia de los trabajadores será en este centro de población.

ESTRATEGIA PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas.

No se dispondrán materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos en el área de obras, en la ZFMT o en el área marina. Estos se dispondrán en sitios de tiro autorizados por el Ayuntamiento.

ESTRATEGIA PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, así como la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía, a excepción de los autorizados por CICOPLAFEST.

No se realizará quema de residuos sólidos ni vegetación y tampoco se aplicarán defoliantes, por lo que se cumplirá con la presente estrategia. Los residuos se manejarán de acuerdo a las estrategias que se implementan en el presente documento y su plan de manejo de residuos.

ESTRATEGIA PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

La Construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán sujetas a los establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM- 022-SEMARNAT-2003

El proyecto no se ubica en una zona de manglar ni en un sistema lagunar, por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE MATERIALES Y TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Se prohíbe el aprovechamiento de palmas de las especies *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (cuca) y *Coccothrinax readii* (nakás), con excepción de aquéllas que provienen de UMAS.

El proyecto no contempla el aprovechamiento de palma chit, cuca o nakax en ninguna de sus etapas, por lo que cumplirá con la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES

Las instalaciones de combustibles y aceites contarán con cárcamos de contención con el fin de evitar derrames fuera del área de almacenamiento.

Las áreas de almacenamiento de combustibles y lubricantes contarán con canales y fosas de contención para evitar la dispersión de los mismos en caso de derrames.

ESTRATEGIA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES

La autorización de depósitos de combustibles queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental y en el Estudio de Riesgo Ambiental que demuestren que tales obras no generen impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.

El proyecto no consiste en el establecimiento de depósitos de combustible, por lo que no le es aplicable esta estrategia.

ESTRATEGIA DE EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO

La autorización de viviendas, hoteles y residencias queda condicionada a la presentación, en la Manifestación de Impacto Ambiental, de un programa sobre el manejo y disposición de aguas residuales y lodos, de residuos sólidos y de abastecimiento de agua y energía eléctrica.

El proyecto no consiste en el establecimiento de viviendas, hoteles ni residencias por lo que esta estrategia no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO

La construcción de cuartos de hotel, así como el COS y el CUS de esta unidad, estará sujeta a la normativa del Programa de Desarrollo Urbano.

El proyecto no consiste en la construcción de cuartos de hotel, por lo que esta estrategia no es aplicable al proyecto.

ESTRATEGIA DE EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO

La autorización de plantas desalinizadoras queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la disposición de salmueras no modifica las características fisicoquímicas del agua de mar ni impacta hábitats terrestres, costeros y ni al acuífero con lo que se evitarían desequilibrio ecológico y conflictos ambientales.

El proyecto no incluye la instalación de plantas desalinizadoras, por lo que esta estrategia no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO

En la zona adyacente al Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, la autorización de proyectos ubicados relacionado con la infraestructura hotelera o inmobiliaria queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales

Esta estrategia no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende ubicar en la zona adyacente al Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y no consiste en la construcción de infraestructura hotelera o inmobiliaria.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

La autorización de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán impactos irreversibles sobre el tamaño y distribución de parches de vegetación natural, sobre la continuidad de la cobertura natural del terreno y las poblaciones de flora y fauna silvestre nativa, que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no es aplicable al proyecto.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Queda prohibida la extracción de agua subterránea para el riego de los campos. Ésta podrá obtenerse a partir de la desalinización de agua de mar o de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Es obligatorio el tratamiento terciario de las aguas residuales cuando éstas se destinen al riego.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

La autorización de la construcción y operación de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren el correcto funcionamiento de un sistema de recuperación de aguas residuales de riego, con lo cual se evitarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Es obligatorio que las aguas residuales de riego sean tratadas antes de su disposición final.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Queda prohibido verter el agua residual de riego de los campos de golf en acuíferos, cuerpos de agua, manglares o en el mar.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Es obligatoria la disposición del agua residual de riego en pozos de absorción.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

La autorización de los pozos de absorción estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre el acuífero y los ecosistemas costeros que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Queda prohibida la utilización de agroquímicos cuyo tiempo de permanencia sea superior a 48 horas.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE CAMPOS DE GOLF

Se prohíbe la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables y manglares.

El proyecto no consiste en la construcción de un campo de golf; por lo tanto, la estrategia en comento no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE EQUIPAMIENTO PORTUARIO

La autorización de equipamiento portuario queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la actividad no generará impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental incluye evidencias de que no se generarán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales. Estas evidencias consisten en los estudios biológicos y oceanográficos que se presentan en el Capítulo IV y en la descripción de los impactos ambientales, así como en la construcción de los escenarios sin y con la ejecución del proyecto.

Los estudios específicos realizados son los siguientes:

- Estudio de la comunidad de flora marina;
- Estudio de la comunidad de fauna marina
- Estudio de corrientes
- Estudio de mareas
- Estudio del oleaje
- Estudio de transporte de sedimentos

Con referencia al estudio de caracterización de flora y fauna marina realizado en el área de estudio del proyecto se encontraron especies enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales destacan los pastos marinos (*Halodule wrightii*, *Thalassia testudium*, *Syringodium filiforme*), el pez loro (*Sparisoma viride*) y una especie de coral duro (*Orbicella annularis*), para el manejo de dichas especies se implementarán programas para su rescate y reubicación. En el área de estudio no se observaron corales del grupo taxonómico gorgonáceo y los corales escleractinios (corales duros) fueron muy escasos en el área de estudio, destacando especies principalmente ruderales, y algunas de las colonias presentaron signos de la enfermedad denominada Síndrome blanco. El área ha sido previamente impactada por el muelle existente y los colindantes a este, en el área de estudio se presentó abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo, así como una intensa navegación y anclaje de embarcaciones pequeñas.

Los modelos numéricos mostraron afectaciones mínimas y locales, lo cual se ve favorecido por la técnica de construcción del muelle que será a base de pilotes, no interrumpirá por completo la circulación del agua por corriente, ni el oleaje incidente y por último el transporte de sedimentos será casi nulo debido a que la zona carece de una capa importante de sedimentos, ya que el suelo está constituido mayormente de laja. Por lo cual se concluye que la afectación será únicamente alrededor del Muelle Aldora, es decir será de manera puntual y mínima.

ESTRATEGIA DE TURISMO ALTERNATIVO

La autorización de recorridos organizados por operadores turísticos estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos negativos significativos que pudieran crear desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

El proyecto no consiste en la realización de recorridos turísticos, por lo que no es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE TURISMO ALTERNATIVO

Los vehículos motorizados que se utilicen para turismo alternativo deberán cumplir con la NOM-080-ECOL-1994

El proyecto no implica el uso de vehículos motorizados para el turismo alternativo, por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE TURISMO ALTERNATIVO

Queda prohibido el aprovechamiento extractivo turístico de la vegetación natural y fauna nativa.

El proyecto no incluye el aprovechamiento extractivo turístico de la vegetación natural y fauna nativa. Cabe aclarar que no se trata de un muelle pesquero y las embarcaciones que atracarán en él tampoco tendrán ese carácter.

ESTRATEGIA DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

No aplica

No son aplicables a la UGA CP1 estrategias de actividades agropecuarias, de acuerdo al propio ordenamiento.

ESTRATEGIA DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)

Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo e intensivo para uso comercial, repoblación, recreación y conservación.

El proyecto no consiste en la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, por lo que no le es aplicable la estrategia.

ESTRATEGIA DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)

Se prohíbe la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) para uso cinegético.

El proyecto no consiste en la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)

Se prohíbe la extracción o utilización de una especie cuando ésta afecte directamente la permanencia de especies endémicas al municipio o las incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2001.

El proyecto no consiste en la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, por lo que no le es aplicable la estrategia.

ESTRATEGIA DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)

Se prohíbe la instalación de UMAS en zonas con valor arqueológico y cultural.

El proyecto no consiste en la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)

Se prohíbe el almacenamiento de excretas y residuos provenientes de las UMAS en sitios sin recubrimiento que puedan provocar la infiltración y contaminación del acuífero.

El proyecto no consiste en la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE PESCA

No aplica.

No son aplicables a la UGA CP1 estrategias de actividades pesqueras, de acuerdo al propio ordenamiento.

ESTRATEGIA DE FLORA Y FAUNA

Se prohíbe la introducción de especies.

No se realizará la introducción de especies de flora ni fauna en ninguna de sus etapas o áreas de influencia.

ESTRATEGIA DE FLORA Y FAUNA

Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre con fines de obtener pie de cría.

No se realizará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (actualmente NOM-059-SEMARNAT-2010), por lo que se cumplirá con el criterio en comento. De igual forma, se comenta que, con respecto a las especies contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las cuales destacan los pastos marinos (*Halodule wrightii*, *Thalassia testudium*, *Syringodium filiforme*), el pez loro (*Sparisoma viride*) y una especie de coral duro (*Orbicella annularis*). Para la preservación de dichas especies se ejecutarán programa de Rescate y Reubicación de fauna y pastos marinos.

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

La autorización para la construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dichas construcciones no tendrán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental incluye evidencias de que no se generarán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales. Estas evidencias consisten en los estudios biológicos y oceanográficos que se presentan en el Capítulo IV y en la descripción de los impactos ambientales, así como en la construcción de los escenarios sin y con la ejecución del proyecto.

Los estudios específicos realizados son los siguientes:

- Estudio de la comunidad de flora marina;
- Estudio de la comunidad de fauna marina
- Estudio de corrientes
- Estudio de mareas
- Estudio del oleaje
- Estudio de transporte de sedimentos

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

Se prohíbe la extracción de arena de las playas.

No se realizará la extracción de arena de playa en ninguna etapa del proyecto, por lo que se cumplirá la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

La autorización para controlar la erosión natural de playas queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dicho control no tendrá impactos irreversibles sobre la línea de costa que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

El proyecto no consiste en una acción u obra de control de la erosión natural de playas; por lo tanto, cumple con la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

Se prohíbe el uso de vehículos en la playa con excepción de aquéllos relacionados con labores de protección civil, investigación científica y conservación biológica.

El proyecto no implica el uso de vehículos en playa, por lo que cumple con la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

El Ayuntamiento, en coordinación con SEMARNAT y PROFEPA, deberán trazar en campo la servidumbre de paso que garantice el acceso a las playas. Además, se deberá realizar un censo de los accesos existente para su registro en la Bitácora Ambiental

La aplicación de esta estrategia corresponde al Ayuntamiento de Cozumel, la SEMARNAT y la PROFEPA. Sin embargo, se aclara que el proyecto no obstruirá el acceso a las playas.

ESTRATEGIA DE LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

Queda prohibida la construcción de infraestructura turística cuando éstas obstruyan directa o indirectamente el acceso a las playas previamente definidas como de uso público.

El proyecto no obstruirá directa o indirectamente el acceso a las playas, por lo que cumple con la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE DUNAS

No se permite la construcción sobre dunas costeras o actividades que las afecten negativamente.

El proyecto no pretende ubicarse sobre dunas costeras, por lo que cumple con la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE DUNAS

Se prohíbe la remoción de vegetación nativa en las dunas costeras.

El proyecto no realizará remoción de vegetación de dunas costeras, por lo que da cumplimiento a la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE DUNAS

Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre dunas.

El proyecto no implica la construcción de caminos vehiculares y no se ubica sobre dunas costeras, por lo que cumple con la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo natural del agua, tanto dulce, como salobre y marina, hacia el manglar y las lagunas costeras.

El proyecto no altera el flujo natural del agua marina, salobre o dulce, por lo que cumple con la estrategia en comentario.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo y reflujos superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de la fauna silvestre.

El proyecto no se ubica en zonas inundables o lagunas costeras y no alterará el flujo superficial o subterráneo de agua ni el movimiento de la fauna silvestre.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.

El proyecto no se ubica en una zona de manglar, por lo que esta estrategia no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.

El proyecto no se encuentra en una zona inundable, por lo que esta estrategia no le es aplicable.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

La autorización de andadores volados o puentes sobre manglar y queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes

El proyecto no consiste en la construcción de andadores, volados o puentes sobre manglar, por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua, manglares y humedales.

No se verterán residuos líquidos ni sólidos a cuerpos de agua (incluyendo el mar), manglares ni humedales, por lo que se dará cumplimiento a esta estrategia.

ESTRATEGIA DE ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.

El proyecto no se ubica en canales de comunicación entre manglares, por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas y dolinas.

El proyecto no se ubica en cenotes, cavernas y dolinas, por lo que no le es aplicable la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.

El proyecto no implica la extracción y colecta de flora y fauna acuática, por lo que cumple con la estrategia que se vincula. Sin embargo, previo a las actividades de preparación del sitio, así como durante la construcción se ejecutará un Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna y Programa de rescate y reubicación de pasto marino de acuerdo a la normatividad aplicable y este a su vez será evaluado por la secretaria.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.

No se realizarán quemas de vegetación además de que el proyecto no se ubica a menos de 100 m alrededor de cuevas o cenotes.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

Se prohíbe la extracción de agua de cenotes, a excepción del aprovechamiento de Aguas Nacionales mediante títulos de concesión y autorización por parte de la CONAGUA.

El proyecto no realizará la extracción de agua de cenotes, por lo que cumplirá con esta estrategia.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

Se prohíbe la disposición de aguas residuales, tratadas o no tratadas en cenotes, dolinas o cavernas.

El proyecto no implica la disposición de aguas residuales, por lo que cumplirá con la estrategia en comento.

ESTRATEGIA DE CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS

La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos

El proyecto no consiste en la construcción de obras de acceso a cuerpos de agua, por lo que no le es aplicable la presente estrategia.

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.3.1 Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) son las zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento

ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

De acuerdo con las poligonales de la Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales del Catálogo de Metadatos Geográficos de la CONABIO (**Figura III:19**); se determinó que el área de desplante del proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, las ANP cercanas son: Arrecifes de Cozumel a una distancia aproximada de 4.5 Km y del ANP “Reserva de la Biosfera Mar Caribe” a una distancia de aproximadamente de 6 km.

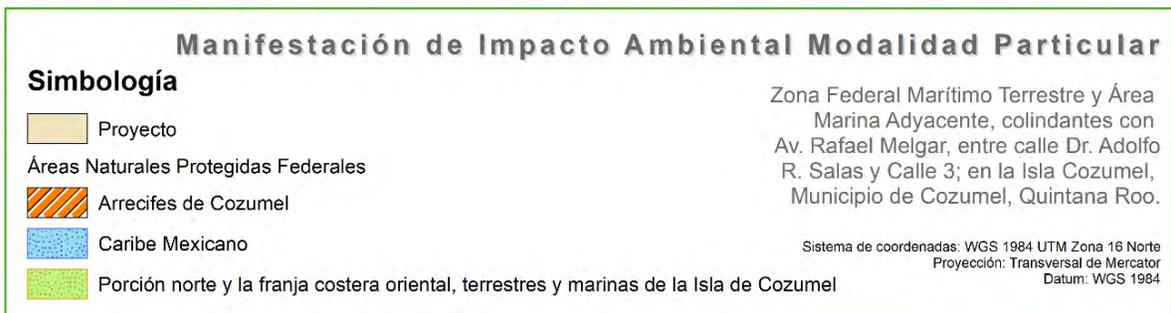
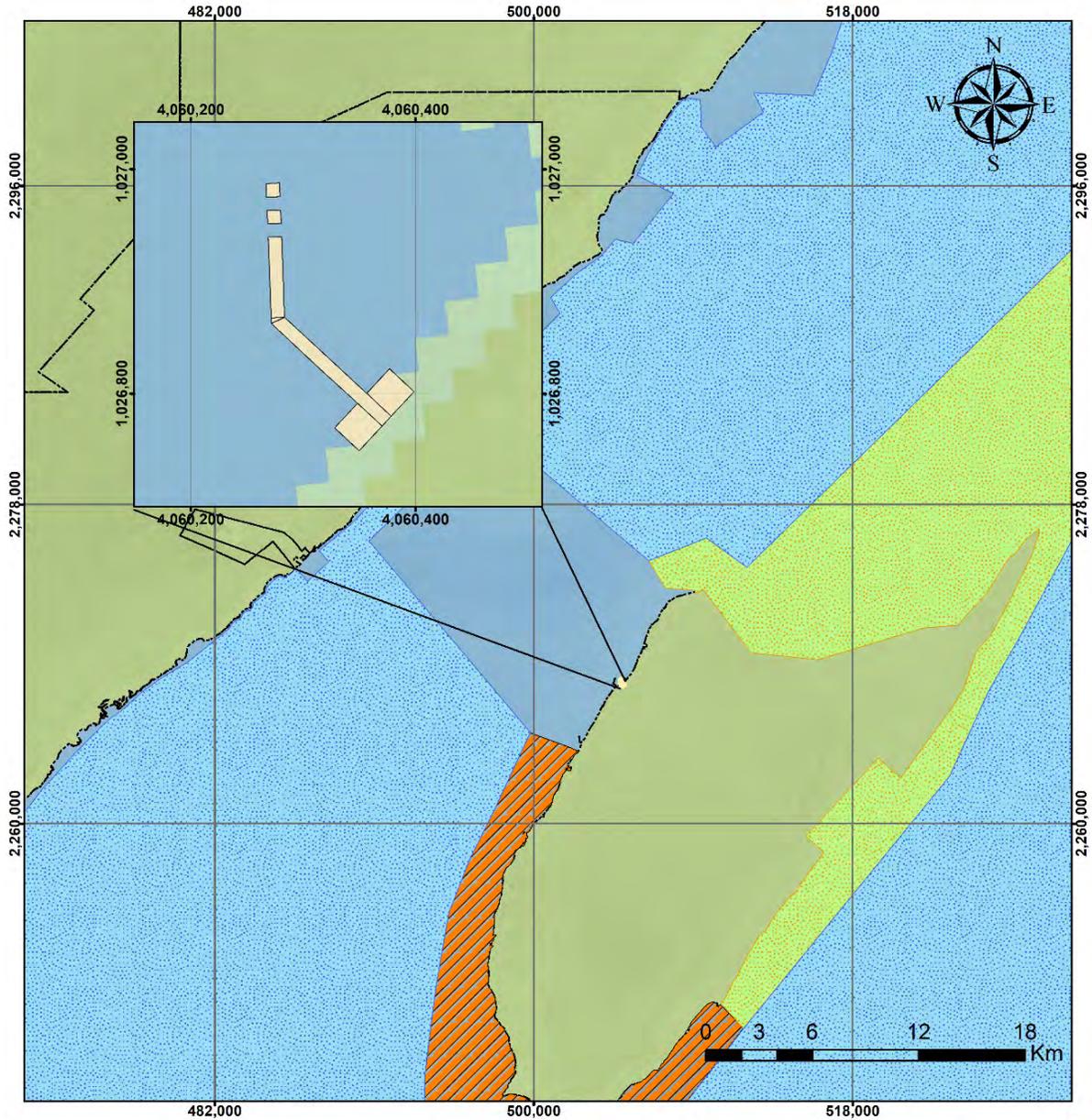


Figura III:19. Ubicación del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” respecto al Área Natural Protegida más cercana. Fuente: Base de Datos Geográficos de Áreas Naturales Protegidas Federales del Catálogo de Metadatos Geográficos de la CONABIO.

III.3.2 Regiones prioritarias

Las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO no establecen criterios que regulen el aprovechamiento o uso del suelo contra los cuales pueda ser contrastado el proyecto propuesto para determinar su factibilidad ambiental.

Tal como se señala en la página web de la CONABIO, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO “se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.” “Este Programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.” Como se ve, su propósito no es establecer criterios de factibilidad ambiental para el desarrollo de proyectos. En razón de lo anterior se presentan y describen los sitios prioritarios de la CONABIO.

III.3.2.1 Región Hidrológica Prioritaria RHP

Su delimitación se realizó con base en la biodiversidad encontrada en los humedales, lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, entre otros. El estudio de estas regiones y la importancia de su delimitación y manejo adecuado, derivan de las evidencias de la pérdida del hábitat para gran cantidad de especies que habitan estas zonas. Lo anterior como consecuencia de la explotación desmedida del recurso hídrico para actividades antropogénicas, la fragmentación de ecosistemas, la pérdida de calidad del agua por descargas de contaminantes, la interrupción de los flujos hídricos, entre otros. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias para conservación, de las cuales, 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; 75 de las 110 regiones delimitadas presentan algún tipo de amenaza (CONABIO, 2017).

Con referencia a la regionalización de las RHP, el área de desplante del proyecto se encuentra contemplada dentro de los límites de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) denominada Cozumel la cual tiene una extensión de 48,203 Ha (**Figura III:20**).

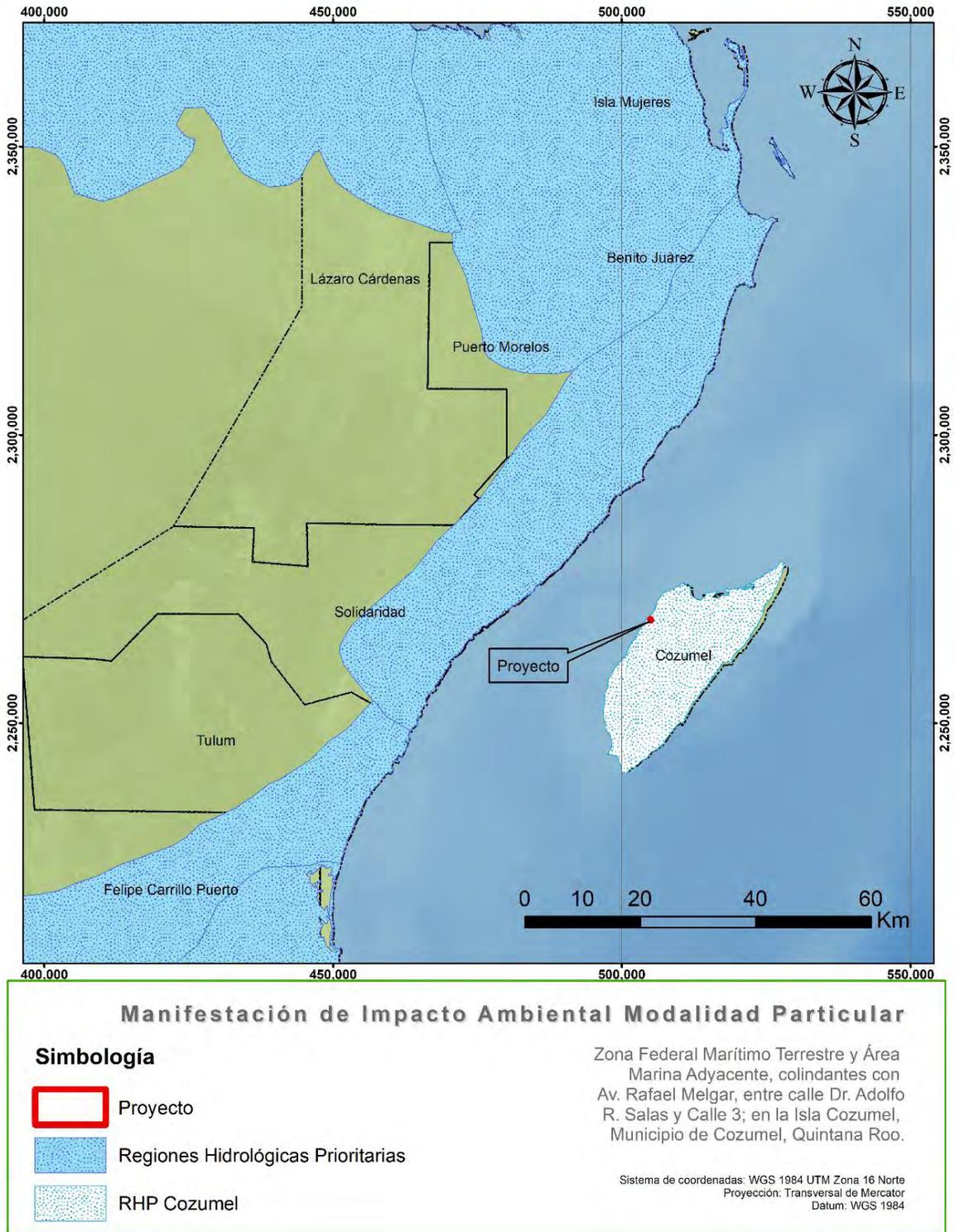


Figura III:20. Ubicación del proyecto "Muelle Aldora Cozumel" con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

III.3.2.2 Región Terrestre Prioritaria RTP

Para la delimitación de las RTP's, la CONABIO tomó en cuenta aspectos físicos como la topografía, la presencia de divisorias de aguas, el sustrato edáfico y geológico, el tipo de vegetación; las Áreas Naturales Protegidas delimitadas por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del INE, y la Regionalización de Cuencas por la Comisión Nacional del Agua (CNA). Se delimitaron 152 regiones que suman una superficie de 515,558 Km² (CONABIO, 2017¹¹). De acuerdo con la base de datos geográficos publicados por la CONABIO, mismos que se presentan a escala 1:4,000,000, la superficie destinada al desplante para la construcción del muelle no se encuentra dentro de una Región Terrestre Prioritaria, lo cual se observa en la **Figura III:21**.

¹¹ CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2017. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Disponible en <
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>>

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

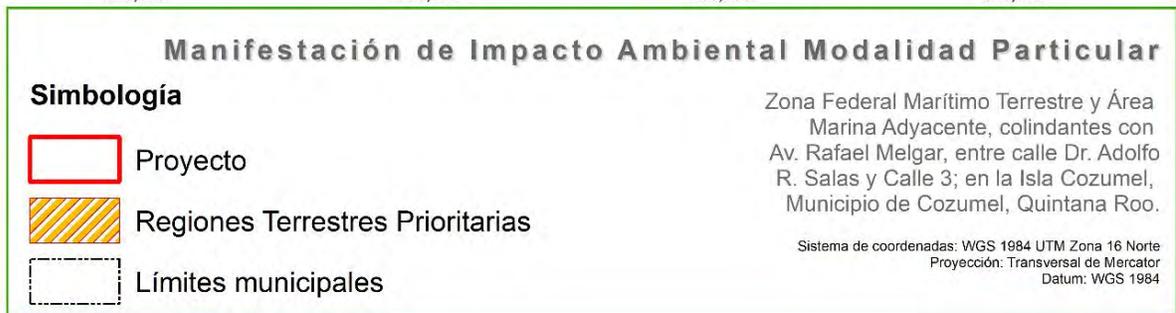
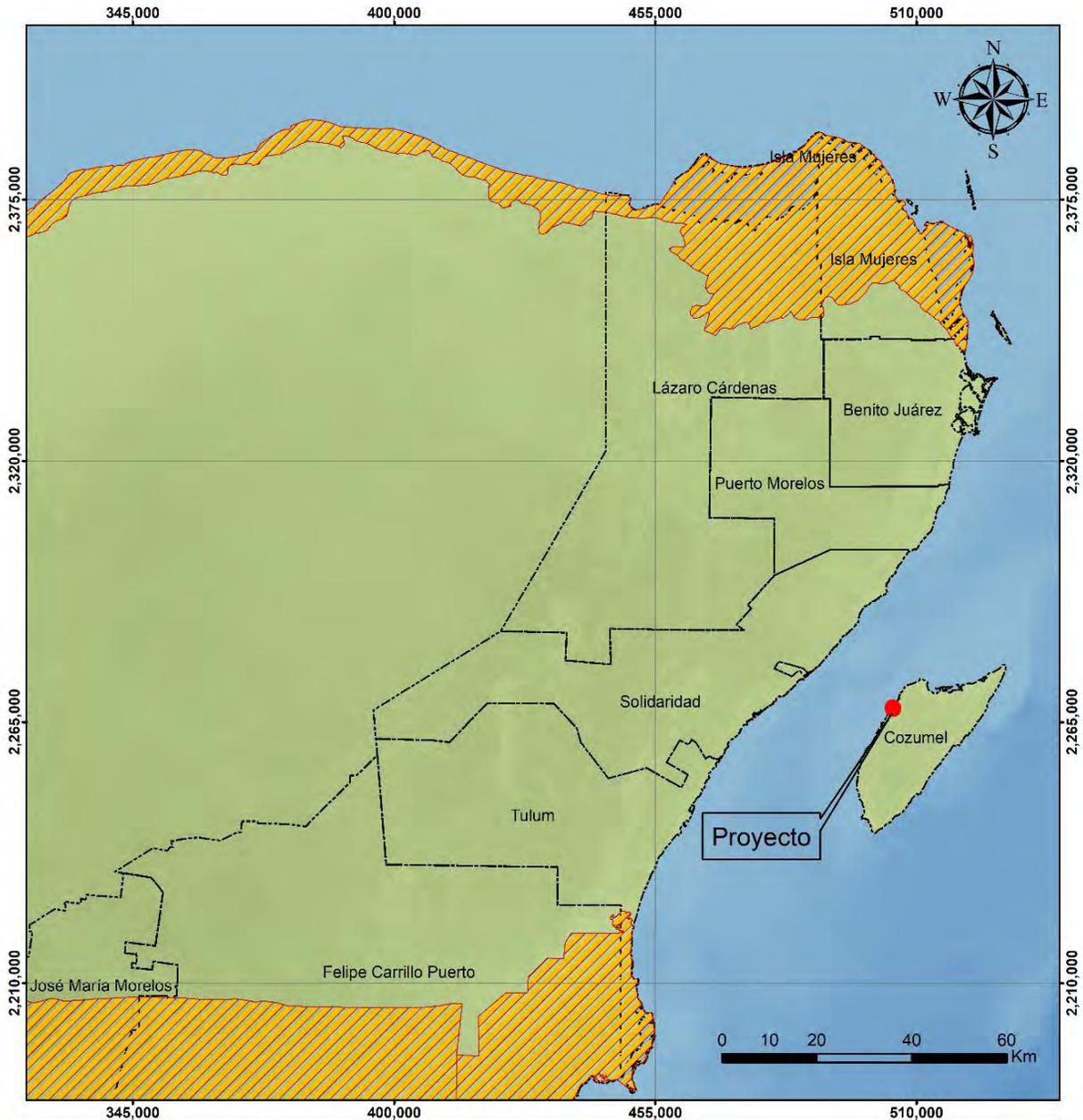


Figura III:21. Ubicación del proyecto "Muelle Aldora Cozumel" con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

III.3.2.3 Región Marina Prioritaria RMP

La CONABIO, definió 70 Regiones Marinas Prioritarias (RMP), para lo cual se tomaron en cuenta criterios ambientales, como la integridad ecológica, endemismo, riqueza biológica, procesos oceánicos; criterios económicos, como las especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas de importancia, así como la existencia de recursos estratégicos; aunado a ello, se tomaron en cuenta las amenazas a las que se encuentran expuestos los recursos naturales, como contaminación modificación del entorno, especies invasoras introducidas. Dentro de las 70 RMP's delimitadas, 58 presentaron alta diversidad biológica, y dentro de estas, 41 presentan algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 de ellas corresponden a áreas de usos por sectores (CONABIO, 2017).

El área de desplante del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Marina Prioritaria tal como se muestra en la **Figura III:22**.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

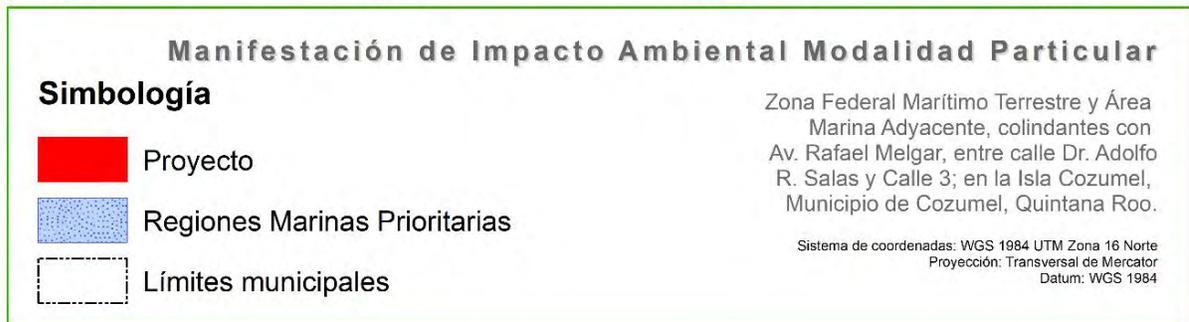
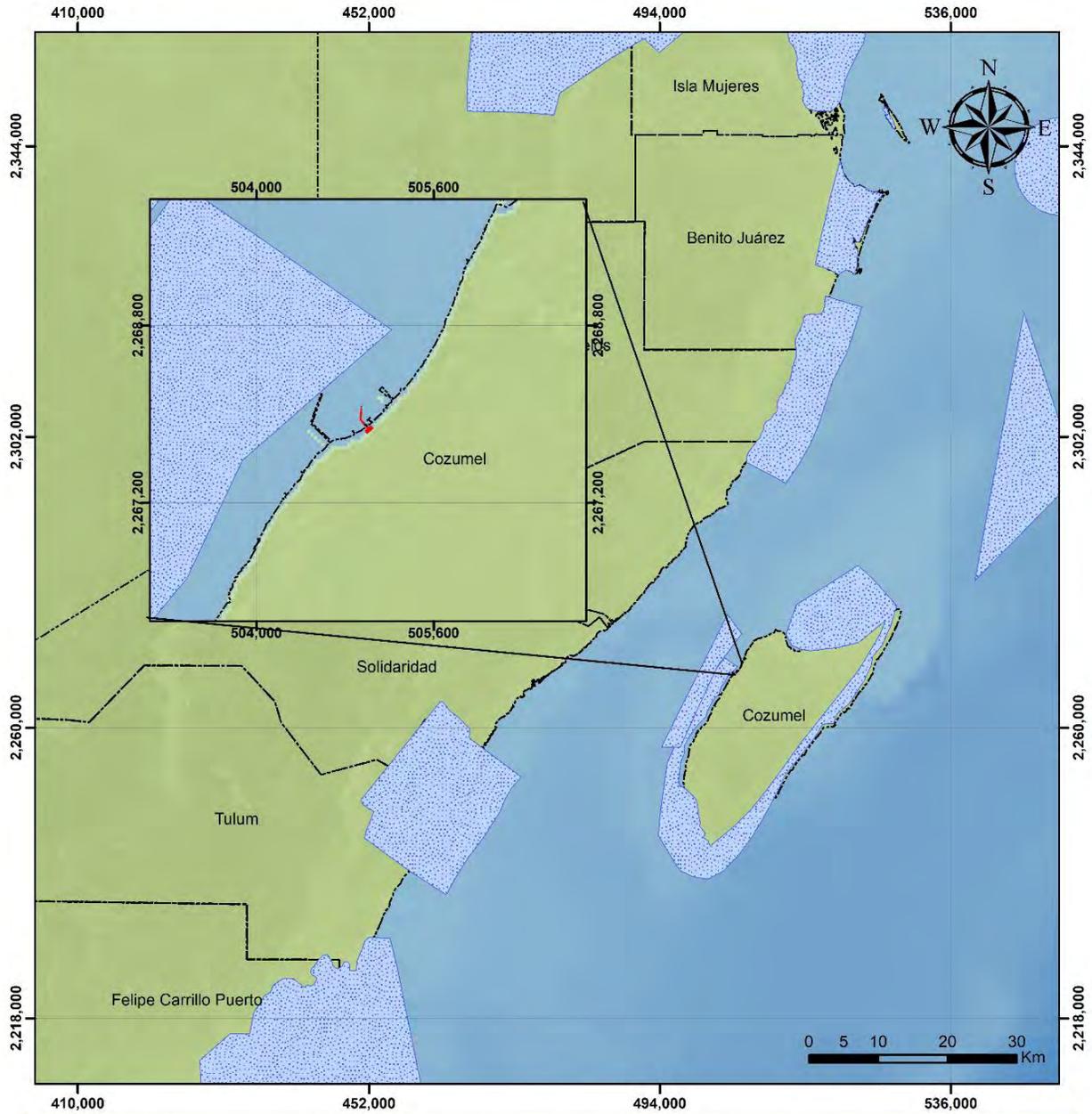


Figura III:22. Ubicación del proyecto "Muelle Aldora Cozumel" con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

La norma en cuestión no es aplicable al proyecto, toda vez que éste no consiste en actividades industriales y no generará aguas residuales de origen industrial de proceso. De igual manera, el proyecto en comento por criterios de su naturaleza no requiere de la instalación de un sistema de drenaje en ninguna de sus etapas (preparación de sitio, construcción y operación). Las aguas residuales a generarse serán las correspondientes al uso de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Se contará con una letrina portátil por cada 20 trabajadores y la empresa arrendadora será la encargada del mantenimiento, limpieza y recolección de las letrinas.

III.4.2 Norma Oficial Mexicana 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.

1.0. Objeto y campo de aplicación

1.1. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.

1.2. Para efectos de esta Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares.

1.3. Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que, por sus características, puedan influir negativamente en estos.

El área de desplante del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” no se encuentra dentro de una zona definida como humedal costero, sitio RAMSAR o donde halla presencia de vegetación

de manglar según la CONABIO, tal como se ilustra en la **Figura III:23**, el sitio más cercano de vegetación de manglar esta hacia al Sur y se encuentra a 1.4 Km aproximadamente del proyecto.

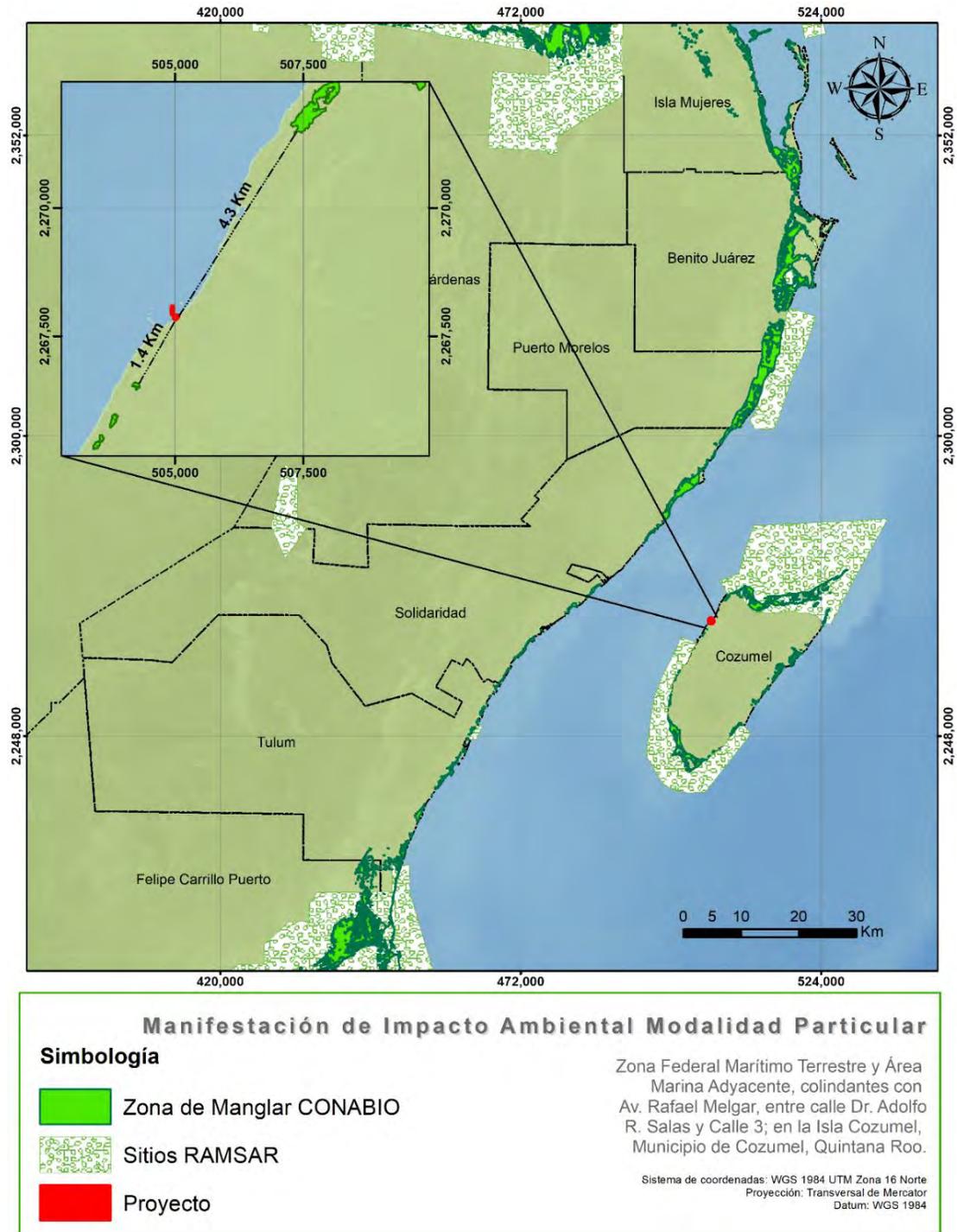


Figura III:23. Ubicación del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” con respecto a los sitios RAMSAR o zona de manglar según CONABIO.

III.4.3 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005

Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

Con respecto al proyecto, los residuos peligrosos a generarse se describen en el **Cuadro III:24**, estos serán generados principalmente en las actividades involucradas a la preparación del sitio y construcción.

Cuadro III:24. Clasificación de los residuos peligrosos a generarse en el proyecto.

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapas del proyecto	Competencia	Plan de manejo
Peligrosos	Recipientes que hayan contenido pinturas, solventes, lubricantes y combustibles, así como trapos y accesorios impregnados con éstos.	Preparación del sitio y Construcción	Federal	Requiere registro ante SEMARNAT, pero no se necesita la elaboración de un Plan de Manejo

Se estima que la cantidad de residuos peligrosos a generarse será menor a 400 kg, por lo cual, el proyecto se clasifica como Microgenerador. Se implementarán como medida de mitigación estrategias de manejo de los residuos peligrosos, así como para los residuos de manejo especial y sólidos urbanos a generarse.

III.4.4 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.

Esta Norma Oficial Mexicana 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 esta Norma.

Con referencia a la modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la presente Norma, publicado el 14 de noviembre de 2019, las especies de vegetación y fauna marina presentes en el área del proyecto que tienen alguna categoría respecto a la Norma, son las siguientes (**Cuadro III:25**):

Cuadro III:25 Listado de especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
Magnolipphyta	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

Para evitar o minimizar los impactos que puedan generar la habilitación del muelle con respecto a la biota marina se implementaran medidas de prevención como lo son el Programa de Rescate y Reubicación de Pastos Marinos y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina.

III.4.5 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011

Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuales están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismo, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán residuos de manejo especial (RME). En la etapa de preparación del sitio serán los derivados de la demolición del muelle existente, donde se estima una generación de 205 m³ de RME compuestos principalmente de residuos de la demolición del muelle existente como concreto, fierro, entre otros. Durante la etapa de construcción se generarán RME de igual forma, pero en menor cantidad, los cuales estarán compuestos por residuos de concreto, pedacería de metal y madera. En el **Cuadro III:26** se describe los residuos de manejo especial a generarse, así como la etapa de generación y su competencia ante la autoridad correspondiente.

Cuadro III:26. Clasificación de los residuos de manejo especial a generarse en el proyecto.

Tipo de residuos	Residuos a generar	Etapas del proyecto	Competencia	Plan de manejo
De manejo especial	Residuos de la construcción y demolición	Preparación del sitio y Construcción	Estatal	Requiere Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial (Competencia estatal)

El objetivo general del programa al que se refiere el cuadro anterior es el de implementar lineamientos, estrategias y procedimientos para efectuar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y los residuos peligrosos (RP), que se generen durante la etapa de preparación, construcción y operación del sitio considerando lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO). Los objetivos particulares son: implementar el Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos durante la preparación, construcción y operación del proyecto y dar cumplimiento al 62 y 65 de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO).

Las actividades de preparación del sitio consisten principalmente en la demolición del muelle existente, con el fin de habilitar el área para la construcción del muelle futuro. Para la actividad de demolición se requerirá de uso de maquinaria pesada y personal. Los principales residuos a generar son los derivados de la demolición, siendo estos de carácter de manejo especial. Para la actividad de demolición del muelle existente estas se realizarán de manera gradual tal como se describe a continuación (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.):

Etapa 1: Eje de atraque paralelo a la costa

Etapa 2: Pasarela o eje de atraque perpendicular a la línea de costa

Etapa 3: Plataforma de acceso

Las actividades en esta etapa consisten en la demolición del concreto y el corte de acero. La demolición de la losa del muelle se hará en secciones de una tonelada para facilitar su extracción y acopio temporal en el área de trabajo; así mismo, deberán demolerse los apoyos de concreto a medida que se avanza con la demolición de la losa. El equipamiento que se empleará para las actividades de demolición será por medios mecánicos como compresor de aire y rompedoras neumáticas, equipo de corte oxiacetileno para el corte de acero de refuerzo, equipo de buceo. De igual forma se hará uso de una grúa de 5 toneladas para las maniobras de extracción y carga de las secciones de concreto de una tonelada y retroexcavadoras equipadas con martillo rompedor hidráulico.

Se prevé un volumen de material producto de la demolición (concreto reforzado) con un aproximado de 205 m³, el cual se especifica en el **Cuadro III:27**.

Cuadro III:27. Volumen del material resultante de la demolición.

Concepto	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
Cabezo de muelle (1ra etapa)	102.70	69
Pasarela (2da etapa)	186.08	111
Plataforma de acceso (3ra etapa)	41.40	25
Total	330.18	205

Los residuos que se generarán en menor volumen serán los residuos sólidos urbanos, los cuales son resultantes del consumo de alimentos por los trabajadores. De igual forma se generarán residuos peligrosos provenientes del mantenimiento del equipo y maquinaria empleada para la demolición del muelle existente.

El muelle a construir en el proyecto “Muelle Aldora Cozumel” es de tipo “muelle de pilotes”, en el cual estos son estructuras formadas por una plataforma sustentada por pilotes que transmiten los esfuerzos al terreno. La construcción de este tipo de muelles se puede abordar desde una plataforma terrestre formada con rellenos vertidos sobre el fondo marino o bien construyendo directamente los pilotes con medios flotantes y rellenando posteriormente la explanada y el talud entre pilotes.

Durante el proceso constructivo se generarán los siguientes residuos:

Residuos Sólidos Urbanos: estos residuos serán resultantes del consumo de alimentos del personal presente en los diferentes frentes de trabajo. Considerando que el personal se encarga de llevar sus alimentos y que consumen bebidas embotelladas de PET, en **Cuadro III:28** se representa la estimación.

Cuadro III:28. Volumen del material resultante de la demolición.

Categoría	Unidad	Cantidad
Ingeniero residente	Personas	1
Auxiliar contable	Personas	1
Sobrestante	Personas	1
Operador de grúa	Personas	1
Maniobrista	Personas	2
Buzo	Personas	4
Oficial albañil	Personas	2
Oficial herrero	Personas	2
Oficial soldador	Personas	1
Oficial carpintero	Personas	2

Categoría	Unidad	Cantidad
Ayudante	Personas	5

Residuos peligrosos: estos serán generados durante las actividades de mantenimiento de maquinaria o equipamiento del proceso constructivo, la cantidad será mínima y serán principalmente estopas o trapos impregnados de hidrocarburos, embalajes de aceites u otra sustancia química.

Residuos de manejo especial: estos serán los derivados de la demolición del muelle anterior, así como durante el proceso constructivo del Muelle Aldora. Estos son residuos como concreto, pedacería de madera, pedacería de metales como hierro, entre otros.

En relación a los residuos sólidos urbanos, debido a que no se cuenta con una estadística actual del volumen de residuos sólidos que se generan en la zona urbana, en la rural y en las zonas turísticas, se realizó una estimación de los valores empleando los siguientes valores: En el caso de las áreas urbanas, se tomó como base el resultado obtenido por el Grupo Ecológico del Norte que estimó una generación de 0.897 Kg por habitante y para las zonas rurales 0.673 kg diarios por persona que corresponde al 75 % del valor de las zonas urbanas (Sylvatica, 2014). Sin embargo, se calcula que un trabajador en obra genera solo un cuarto de residuos sólidos urbanos totales diarios, por lo que, considerando el dato de generación en áreas rurales, se obtiene una generación diaria per cápita de 0.17 kg/trabajador. Por lo tanto, la generación diaria total de residuos sólidos urbanos en la obra se estima en 3.23 kg/día o 1,178.95 kg/año, generado por un grupo de 19 trabajadores, por lo que el proyecto no se considera un gran generador de residuos sólidos urbanos ($g > 10$ ton/año), de acuerdo con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO).

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se podrán generar residuos peligrosos como trapos contaminados con hidrocarburos en caso fallas en las maquinarias, pinturas, aceites y lubricantes usados, entre otros.

En cuanto a los residuos peligrosos, de acuerdo con el artículo 7 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los residuos peligrosos son competencia de la federación, pero como una medida de protección y mitigación ambiental, en el presente programa se contempla el manejo de residuos peligrosos; sin embargo, la cantidad de residuos no es posible estimarla, ya que los residuos contemplados son restos de estopas o trapos impregnados de aceite o hidrocarburos (en caso de alguna contingencia), pinturas o solventes, por tanto, será una cantidad mínima e indefinida y no se prevé una generación mayor de 400 kg al año, por lo que la obra se considera un microgenerador.

En la etapa de operación y mantenimiento, ésta consistirá en la recepción, atraque y permanencia temporal de las embarcaciones barrido y recolección de residuos. Las instalaciones se utilizarán para el atraque de embarcaciones, que se afirmarán en las bitas del muelle. Para el arribo, las naves se aproximarán de acuerdo al viento y las corrientes, ubicándose en una posición de atraque y sujetándose de las bitas mediante cuerdas. Para la salida de las embarcaciones, una vez cargadas y listas, se desamarrarán y para partir a su destino. Es de importancia mencionar que no se hará ninguna actividad de mantenimiento para las embarcaciones en el área del muelle, la limpieza existente en este será el realizado para el mantenimiento de las instalaciones del muelle como la caseta, la pasarela, las bitas, entre otros.

El mantenimiento del muelle consiste en recoger la basura que se encuentre sobre la plataforma, revisar el estado de las bitas, verificar el funcionamiento de las luces de posición y el estado general del muelle.

Por lo tanto, se generarán residuos sólidos urbanos propios de estas actividades, tales como envases de PET, aluminio, cartón, otros plásticos y restos de alimentos, que serán almacenados por separado y revalorizados como parte del manejo de los residuos en la operación del proyecto. Para el sector turístico se considera un valor de 5.50 kg por turista por día (ECOZ), considerando una estancia promedio de 6 días (Sylvatica, 2014).

Las estrategias establecidas para los residuos generados durante todas las etapas del proyecto son minimización, separación, almacenamiento, recuperación, y disposición final.

Considerando que el proyecto se concibe como gran generador de Residuos de Manejo Especial en la etapa de preparación y construcción del proyecto; en el **Cuadro III:29**, se presenta la meta, objetivos y estrategias en ambas etapas para el manejo de este tipo de residuos. Cabe aclarar que lo que respecta al manejo de RME, se sujetará a lo establecido en la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO), ya que, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el manejo de este tipo de residuos es de competencia estatal y el manejo de los mismos se reportará a la autoridad estatal.

Cuadro III:29. Objetivo, Metas y Estrategias del manejo de Residuos Sólidos de manejo especial.

OBJETIVO	META	ESTRATEGIA
Elaborar el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial y su gestión ante la autoridad estatal.	Elaborar el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial (PMRME)	Elaborar el PMRME conforme a los requisitos que establece la autoridad estatal.
	Obtener la autorización del PMRME por parte de la autoridad estatal.	Ingresar el PMRME con los anexos y requisitos que establece la autoridad estatal.

OBJETIVO	META	ESTRATEGIA
		Dar cumplimiento a lo establecido en la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de Los Residuos del Estado de Quintana Roo (LPGIyECR-QROO).

El proyecto no se considera un gran generador de residuos sólidos urbanos en la etapa de operación, por lo que es importante llevar a cabo un manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos generados. En el **Cuadro III:30**, se presentan los objetivos y estrategias para su manejo en la etapa de preparación del sitio del proyecto. Cabe señalar que el manejo de este tipo de residuos se realizará conforme a lo establecido por el Ayuntamiento de Cozumel, ya que, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el manejo de este tipo de residuos es de competencia municipal, y su manejo se reportará a la autoridad correspondiente, siendo que no se generarán más de 27.4 kg/día, por lo que no se consideran residuos de manejo especial.

Cuadro III:30. Estrategia de manejo de Residuos Sólidos Urbanos.

OBJETIVO	META	ESTRATEGIA
Registrar la recolección de los residuos sólidos urbanos.	Documentar los manifiestos de recolección de los residuos sólidos urbanos.	Generar un archivo de comprobantes de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

En relación a los residuos peligrosos, el proyecto será un microgenerador de Residuos Peligrosos en la etapa de preparación y construcción del sitio, sin embargo, se considera que los residuos peligrosos deben cumplir un manejo integral de la misma forma que los mencionados anteriormente.

Los residuos líquidos que se prevén en la construcción del proyecto consistirán en la generación de aguas residuales sanitarias provenientes de la estancia de los trabajadores. Para evitar la contaminación del acuífero con estos residuos por el fecalismo al aire libre, se emplearán letrinas portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Periódicamente, estos residuos serán vaciados de las letrinas por una empresa arrendadora autorizada y transportadas por la misma a la planta de tratamiento más cercana. Los detalles del manejo de esta clase de residuos, se presenta en el Plan Integral de Manejo de Residuos, mismo que se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

La forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos que se manejan al interior de cualquier centro generador es la prevención y minimización en la producción desde su origen. La implementación de dichas estrategias está orientada a prevenir y minimizar los residuos, dando beneficios económicos, ambientales, legales y de imagen urbana y pública

en este caso al generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Estas actividades deberán realizarse por parte del desarrollador para garantizar el éxito, reconociendo que la implementación del Plan de Manejo reducirá costos y mejorará su actuación ambiental, adoptando una política de las tres R's para el tratamiento de los residuos.

La implementación de una o varias de las alternativas son factibles tomando en cuenta criterios técnicos, financieros y ambientales.

Las acciones que se pretenden realizar para la minimización de residuos en todas las etapas del proyecto son:

- La utilización de una menor cantidad de empaques, solicitando al proveedor la entrega de productos sin envolturas innecesarias.
- El empleo de elementos que sean susceptibles de reaprovechamiento, un ejemplo de esto son la compra de pilas recargables en vez de las desechables.
- La recarga de combustibles y el mantenimiento de las maquinarias de la construcción y preparación del terreno se realizará en centros autorizados para estas actividades.
- Se deberá llevar a cabo capacitación en el personal sobre el presente programa de manejo durante la primera semana de iniciada la obra. En esta capacitación se realizará una sensibilización al personal de construcción sobre la minimización de los residuos y la reutilización de insumos.

En relación con las estrategias de manejo, para un efectivo funcionamiento del plan, es importante que se realicen procesos continuos de sensibilización y capacitación de todo el personal involucrado en la etapa de Preparación del sitio del proyecto, con el propósito de darles a conocer los aspectos relacionados con el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Peligrosos y de Manejo Especial, explicando los procedimientos específicos, funciones, responsabilidades, mecanismos de coordinación, así como las directrices establecidas en la normatividad vigente. Es así que para la etapa de Preparación del sitio se debe establecer una capacitación de acuerdo al presente Plan de Manejo durante un periodo de una semana al inicio de la obra, y una serie de capacitaciones continuas para la etapa de operación; sobre todo para el personal que se vaya incorporando posteriormente.

Los temas planteados para ser expuestos en la capacitación son:

- Mecanismos para minimizar residuos.
- Talleres de separación de residuos, recolección, almacenamiento y simulacros de aplicación del plan de contingencia.
- Legislación ambiental vigente.

- Riesgos ambientales por el manejo inadecuado de residuos.
- Conocimiento del organigrama y responsabilidades asignadas.
- Beneficios ambientales.
- Talleres de seguridad y salud ocupacional en el manejo de residuos peligrosos.
- Taller de preparación de un residuo para su reaprovechamiento o reciclaje.
- Taller de aplicación del plan de contingencias.

Los procesos de formación y capacitación deben orientarse para fortalecer las buenas prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. Es importante que quede constancia de estas capacitaciones, cuyo formato deberá contener la fecha, nombre del tema abordado, listado de nombres y firma de los asistentes.

Para asegurar el cumplimiento del plan de manejo habrá que verificar el cumplimiento de las medidas propuestas, su correcta estructuración, además del control e identificación de aquellos aspectos que dificulten su adecuada implementación.

III.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

El proyecto no se encuentra dentro del área de actuación de ningún Plan o Programa de Desarrollo Urbano.

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los criterios para la delimitación del área de estudio obedecen a lo establecido por la SEMARNAT, en el documento expedido el 08 de agosto de 2013, que establece que será tomado como válido un sistema ambiental que haya utilizado alguno o alguno de los siguientes criterios, marcando con negritas los que se consideraron para la delimitación del sistema ambiental del proyecto

- Unidades de Gestión Ambiental
- Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.
- Usos del suelo y tipos de vegetación
- Rasgos geomorfoedafológicos
- Cuencas y microcuencas
- Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano
- Una combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.

Además, el sistema ambiental se delimitó considerando lo siguiente:

- El potencial impacto ambiental que podría generar el proyecto,
- La zona de influencia directa e indirecta en dicho espacio geográfico
- Los impactos ambientales preexistentes
- Las medidas de mitigación y compensación ante el escenario estudiado y el desarrollo del proyecto; y
- Escenarios ambientales sin el proyecto, con el proyecto sin medidas de mitigación y con el proyecto con medidas de mitigación.

El área de estudio definida para la descripción del sistema ambiental se divide en dos porciones: el área marina y el área terrestre. La primera se definió usando como criterio de delimitación la celda litoral y la segunda los límites del centro de población de Cozumel.

Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Marino

De acuerdo con la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad: Particular del sector turístico, emitida por la SEMARNAT en 2016, entre los criterios que se pueden usar para delimitar un sistema ambiental marino se encuentran: rompientes arrecifales, barreras e isla, lagunas arrecifales, arenales submarinos, praderas de pastos, entre otros. Entre estos otros, las celdas litorales presentan una buena opción para la delimitación del sistema ambiental marino del proyecto Muelle Aldora Cozumel, toda vez que los arenales y pastos marinos, aunque están presentes en el área de influencia del proyecto, lo están conformando un mosaico de varias coberturas o ambientes de fondo que hacen inviable su uso como unidades ambientales homogéneas. Por otra parte, en la ruta de las embarcaciones y el sistema ambiental definido no se encuentran rompientes arrecifales ni islas de barrera que puedan delimitar un sistema ambiental adecuado. La celda litoral, por su parte conforma un área homogénea cuyo criterio es el ciclo de desprendimiento- transporte y depositación de los sedimentos, la cual constituye una unidad ambiental homogénea y susceptible de caracterización.

Por las razones anteriores, la porción marina del sistema ambiental corresponde a una celda litoral delimitada al noroeste por la batimetría marina del sitio, en la frontera del talud continental de la Isla Cozumel; al noreste, por un área de acumulación de sedimentos; al sureste, por la línea de costa y al suroeste por el muelle de la Terminal de Cruceros, donde también se forma un área de acumulación de sedimentos. La superficie de esta celda es de 165,1182.31 m² (165.12 ha).

Para entender el criterio utilizado para la delimitación del sistema ambiental marino, es necesario atender al concepto de celda litoral. Tal como lo define Inman (2003)¹², una celda litoral es un compartimento costero que contiene un ciclo completo de sedimentación que incluye fuentes, vías de transporte y sumideros. Los límites de la celda delimitan la zona geográfica dentro de la cual se equilibra el presupuesto de sedimentos, proporcionando el marco para el análisis cuantitativo de la erosión y la acreción costeras. Las fuentes de sedimentos suelen ser los arroyos, la erosión de los acantilados, la migración hacia la costa de los bancos de arena y el material de origen biológico, como conchas, fragmentos de coral y esqueletos de pequeños organismos marinos. La ruta de transporte habitual es a lo largo de la costa por medio de las olas y las corrientes (transporte a lo largo de la costa, la deriva a lo largo de la costa o la deriva litoral). Las vías transversales (on/offshore) pueden incluir la arena arrastrada por el viento, el sobrelavado y el empuje del hielo. Los sumideros de

¹² Inman, D. L. (2003). Littoral cells. Encyclopedia of Coastal Science (M. Schwartz, editor), The Earth Sciences Encyclopedia Online <www.eseo.com>, with permission from Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands

sedimentos suelen ser pérdidas en alta mar en los cañones y bancos submarinos o la migración de dunas en tierra, el vuelco y la deposición en bahías y estuarios.

Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Terrestre

Dado lo establecido por la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad: Particular del sector turístico y los Lineamientos que Establecen Criterios Técnicos de Aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, emitidos por la SEMARNAT en 2013, los factores sociales, tales como municipios y centros de población, son criterios adecuados para la delimitación del sistema ambiental.

En este sentido, la porción terrestre del sistema ambiental se delimitó en la zona urbana de Cozumel. El sistema ambiental terrestre cuenta con una superficie de 14,748,009.8711m² (1,474.8) ha.

Delimitación del sistema ambiental

Los criterios anteriores permitieron establecer un Sistema Ambiental Terrestre y un Sistema Ambiental Marino, los cuales se describen en la **Figura IV:1** se muestra la porción marina (celda litoral), así como en su porción terrestre (el centro de la zona urbana de Cozumel).

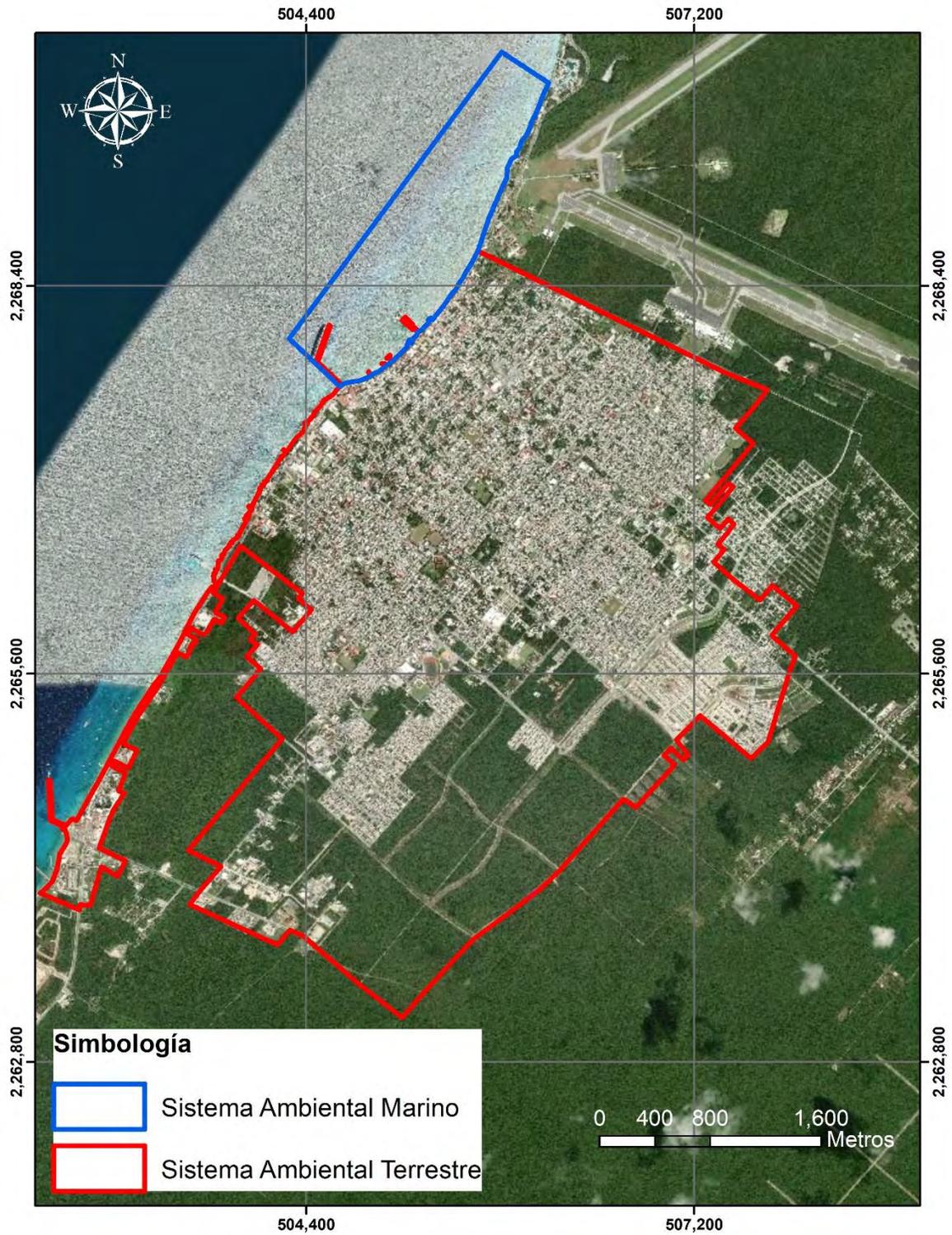


Figura IV:1. Delimitación del Área de Estudio del Proyecto Muelle Aldora

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

El Sistema Ambiental se identifica con la unidad climática Am(f), la cual se caracteriza por un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Con una precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2 % del total anual (García, 1998). La representación de la unidad climática característica del Sistema Ambiental se puede representar en la **Figura IV:2**.

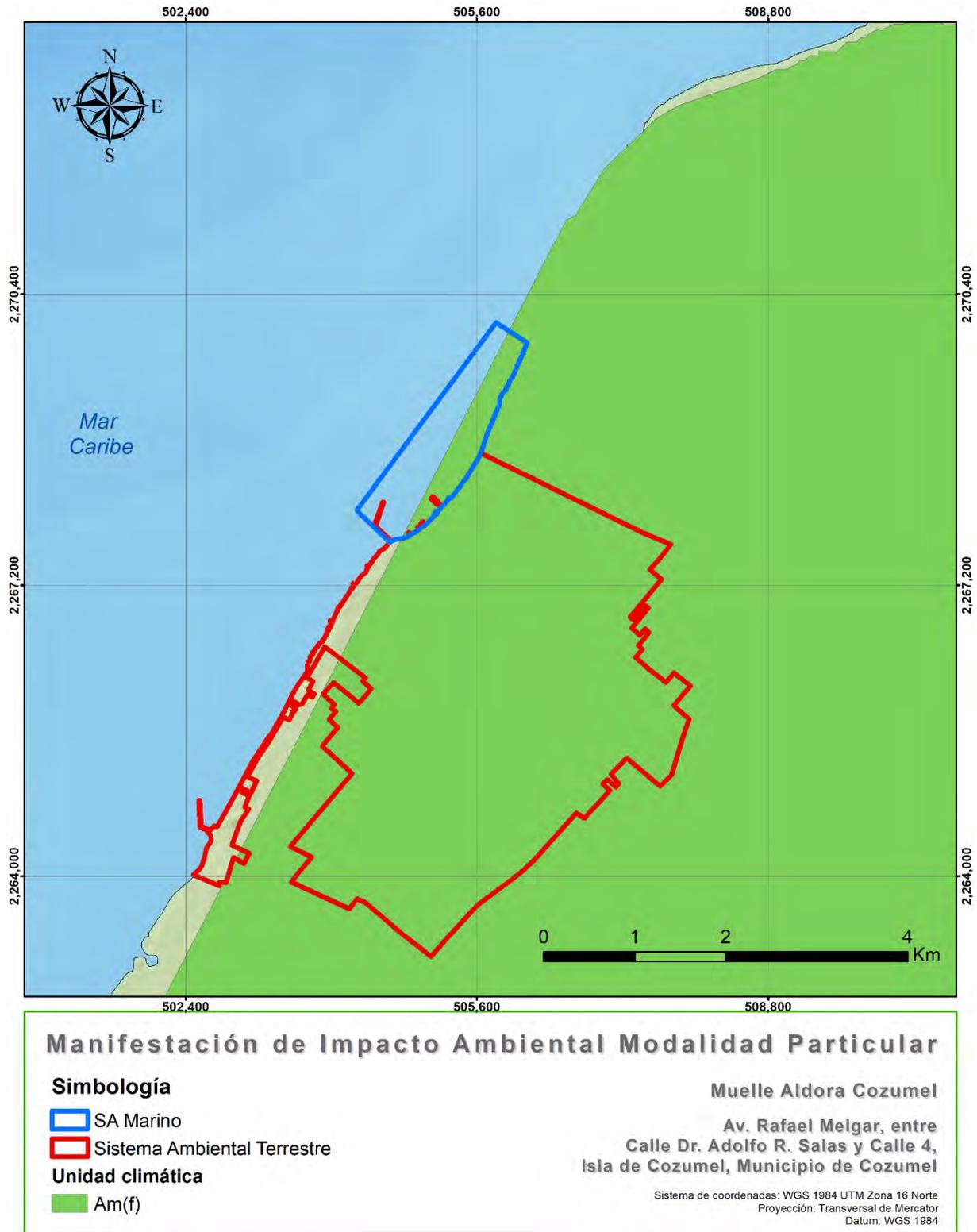


Figura IV:2. Unidad climática presente en el Sistema Ambiental.

La temperatura media anual es mayor a los 25 °C. En los meses de mayo-agosto se presenta la temperatura máxima que oscila entre los 34 y 36 °C, así mismo la temperatura mínima se registra durante los meses de diciembre-febrero, siendo esta de 19 °C en promedio (**Cuadro IV:1**)

Cuadro IV:1. Temperaturas medias (°C) registradas durante un periodo de 29 años

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
22.9	23.3	24.5	26	26.9	27.2	27.2	27.2	26.8	26	24.6	23.3	25.5

Fuente: Estación Climatológica Cozumel.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental son los Alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes del este al sureste con velocidad promedio de 15 km/hora, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/hora, en depresiones atmosféricas tropicales (80-90 km/hr) y más de 120 km/hr en huracanes. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los del verano. A finales de verano y principios de otoño la zona está altamente influenciada por los frentes fríos, alguno de los que se modifican y saturan de humedad (nortes), dejando una cantidad importante de lluvia invernal (Orellana, 2007). En la **Figura IV:3** se describe de manera visual la incidencia de que un huracán pueda formarse en dicho espacio geográfico.

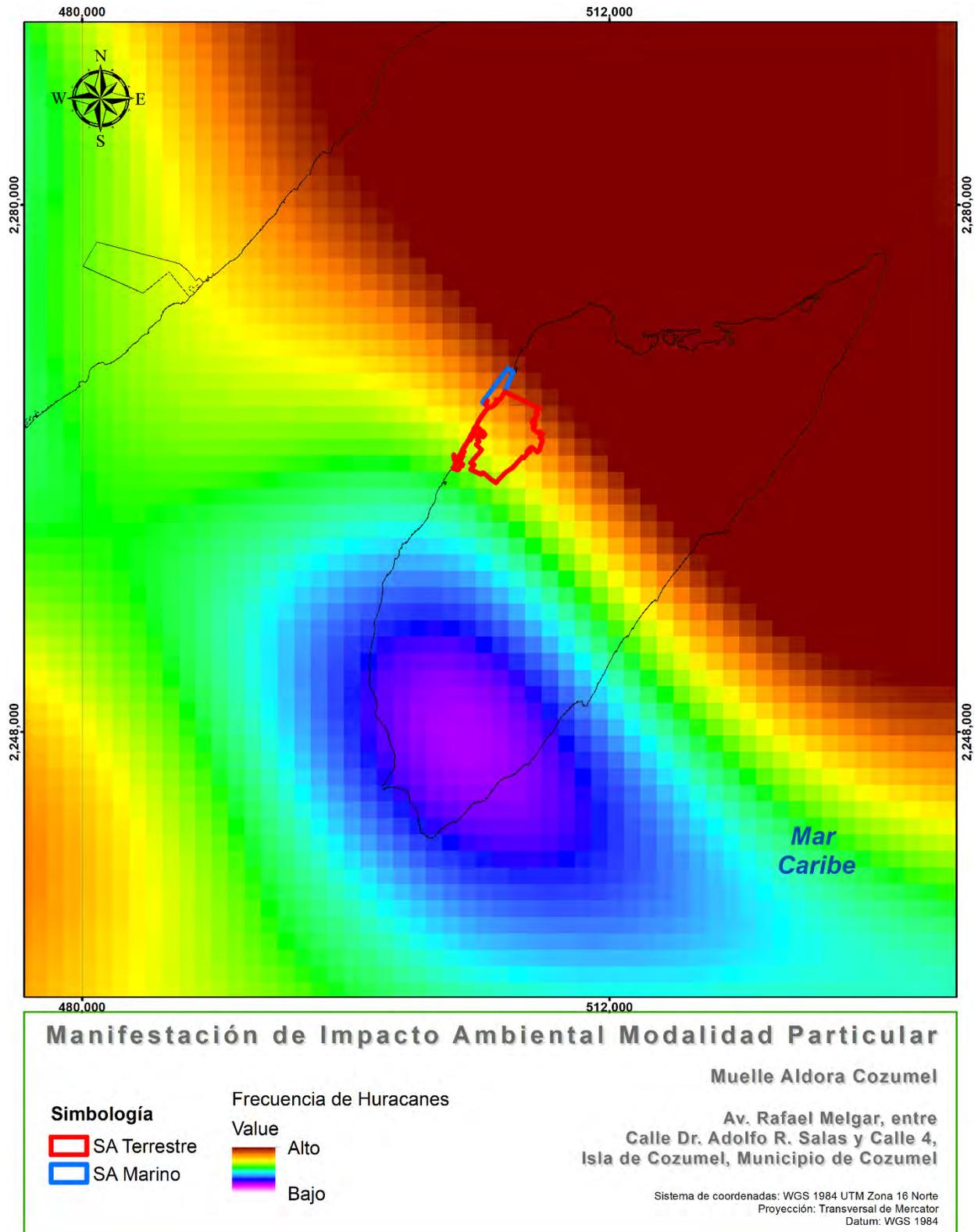


Figura IV:3. Frecuencia de sucesos de huracanes en el Sistema Ambiental.

Los huracanes más importantes que han afectado a la Isla durante los últimos 30 años han sido Gilberto en 1988, Roxana en 1995 y Emily y Wilma en 2005. El huracán “Emily” de categoría 4, cruzo por la parte norte de la Península de Yucatán en el 2005. “Gilberto”, de categoría 5 presentó ráfagas de hasta 350 km/hr y produjo una marea de tormenta de aproximadamente 3 metros sobre el nivel del mar. El ojo de “Wilma” cruzo la isla con vientos de 220 km/hr (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2007). En la **Figura IV:4** se visualizan la influencia de huracanes en el Sistema Ambiental.

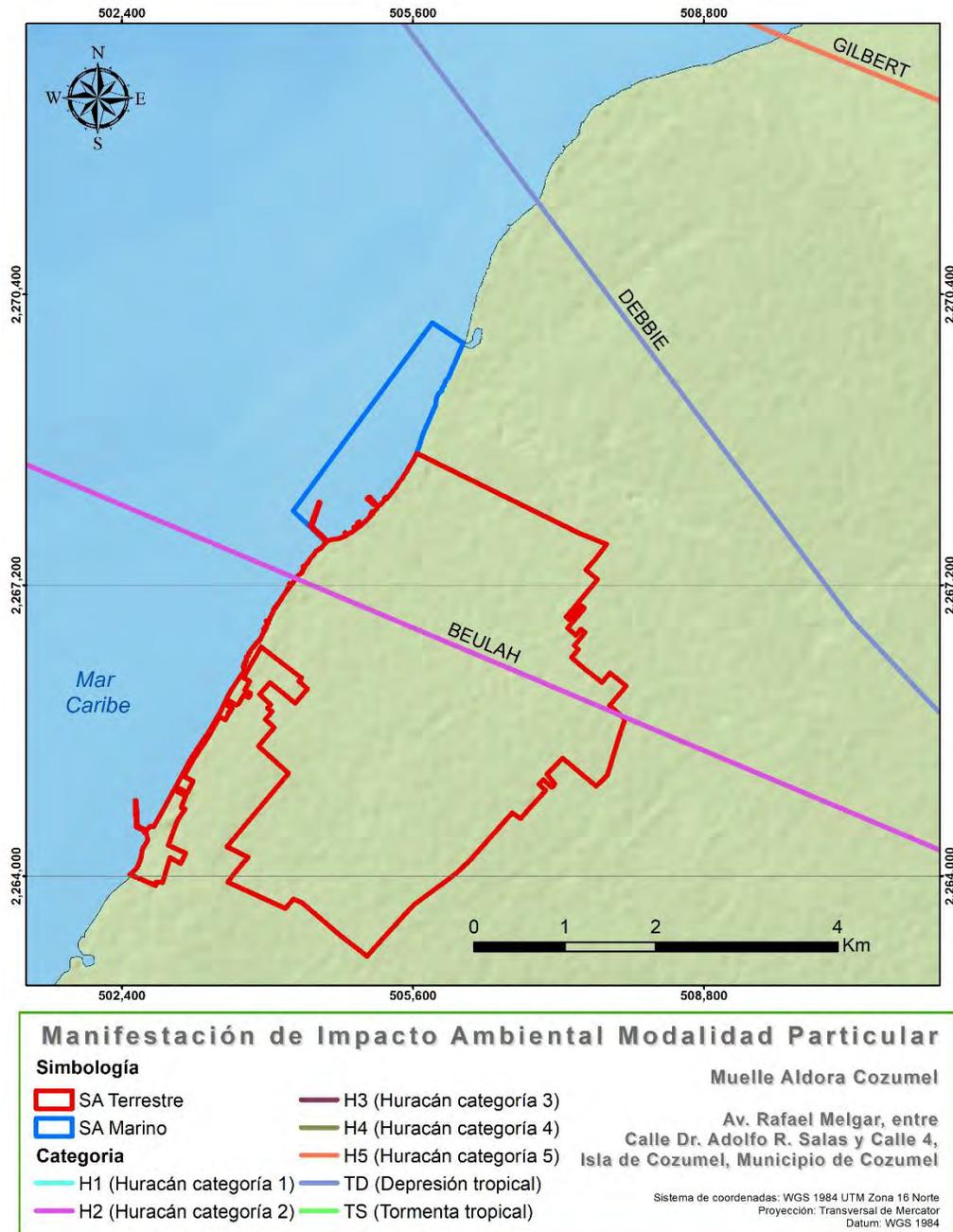


Figura IV:4. Incidencia y categoría de huracanes que se han registrado en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.2 Geología y geomorfología

La geología superficial de Cozumel corresponde a la formación “Carrillo Puerto” con estrato profundo Pliocénico, distribuido en todo el subsuelo de la isla a una profundidad entre 24 y 25 m. Se compone de fósiles de caracol y lodos consolidados sin fósiles. Presenta otro estrato del Pleistoceno, entre 25 y 16 m de profundidad con tres horizontes, el inferior con un sedimento delgado correspondiente a una capa de marea y restos de arrecifes de parche; el medio con materiales ligeramente sueltos y en proceso de consolidación y superficialización (Sascab). Por último, un estrato de holoceno ocupando los 16 m superficiales, formando en su horizonte inferior por los fragmentos de coral, ostras, caracoles y algas calcáreas; y el horizonte superior por restos arrecifales fuertemente consolidados.

En la **Figura IV:5** se representa las características fisiográficas con respecto a los metadatos del INEGI, en el que el Sistema Ambiental presenta la unidad Tpl (cz), que es una roca de la era Cenozoica terciaria, de la serie Plioceno, de clase sedimentaria y caliza (INEGI, 2000). Esta unidad corresponde a la parte superior de la formación Carrillo Puerto, la parte inferior de lo expuesto está formado por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

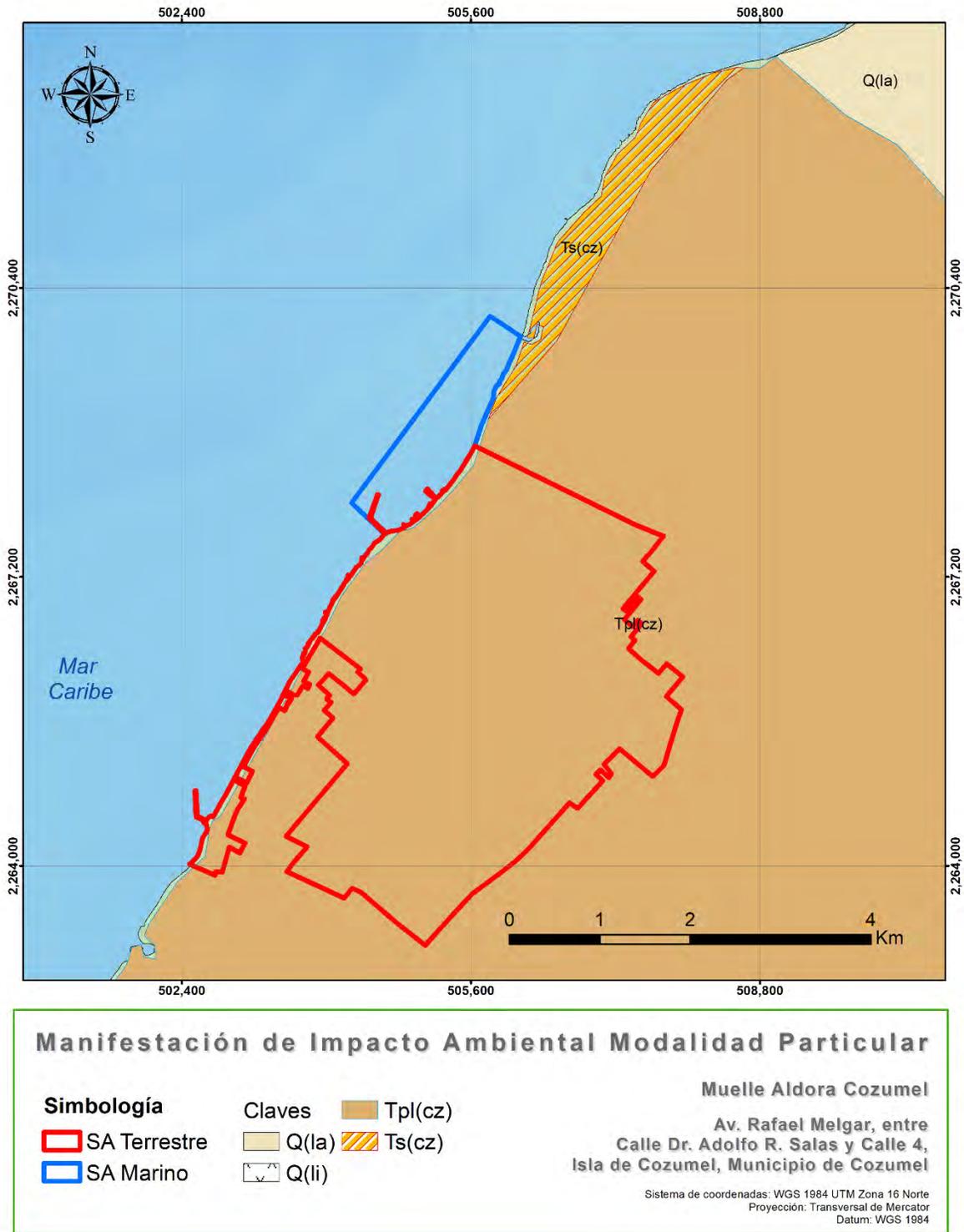


Figura IV:5. Geomorfología presente en el Sistema Ambiental.

En cuanto a la topografía del Sistema Ambiental corresponde a la unidad Llanura rocosa con lomeríos de piso rocoso o cementado, el cual se describe como un área sin elevaciones

o depresiones prominentes formada por rocas, presenta un conjunto de lomas formadas por roca o material clástico compactado (**Figura IV:6**).

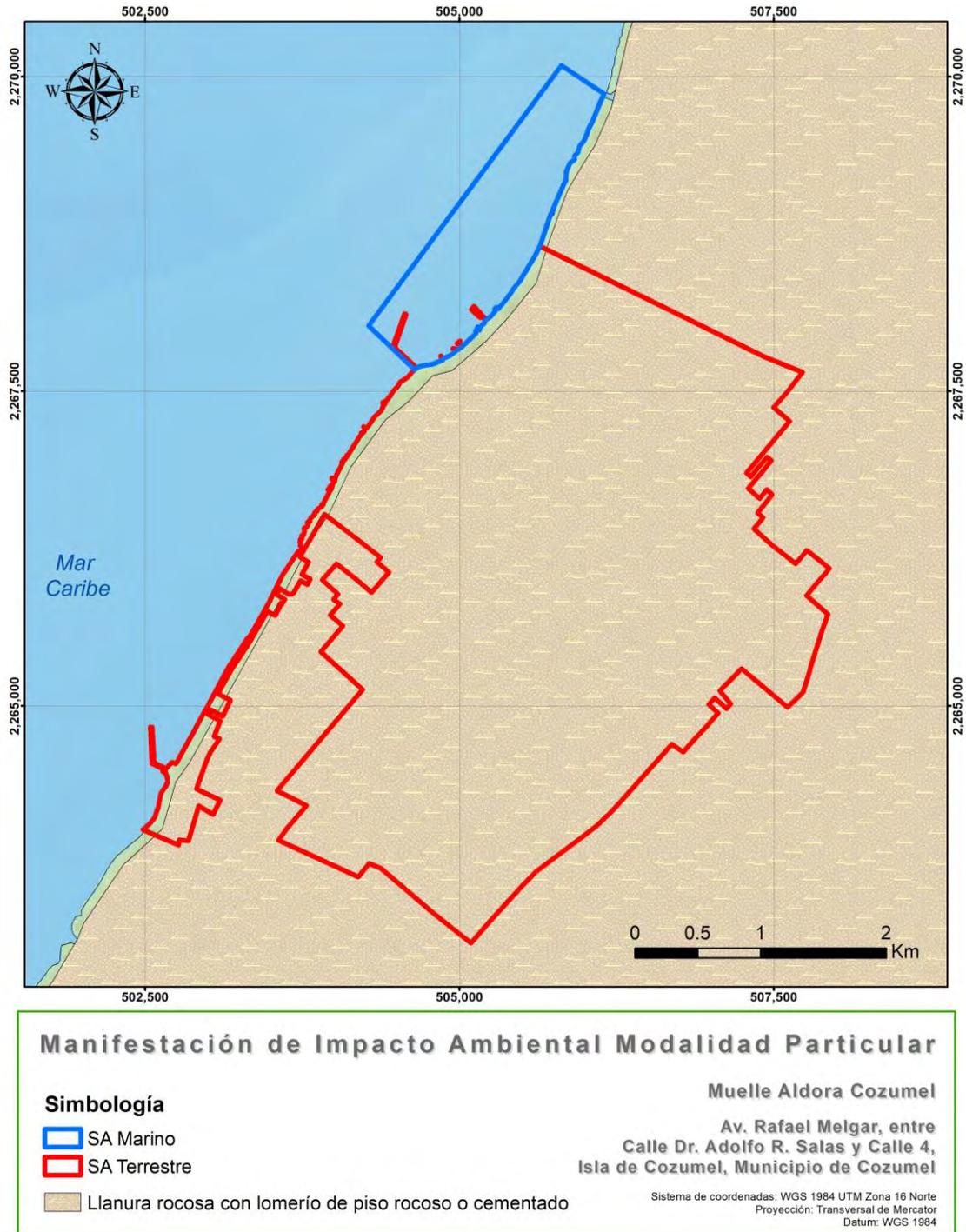


Figura IV:6. Topografías presentes en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.3 Suelos

Con referencia a los metadatos de la Carta Edafológica del INEGI (INEGI, 2015) la unidad edafológica presente en el Sistema Ambiental es: E+I+Bc/2 la cual se describe de la siguiente manera: el primer perfil está compuesto por un suelo tipo rendzina y se caracteriza por ser un suelo poco profundo (10-15 cm) que sobreyacen directamente a material carbonato, posteriormente se compone de un suelo tipo litosol y en su tercer perfil está compuesto por un suelo cambisol crómico, este último se distingue por tener un color pardo o rojizo y en algunas ocasiones amarillento. La textura presente en la unidad es media donde menos del 35% es arcilla y menos del 65% es arena (**Figura IV:7**).

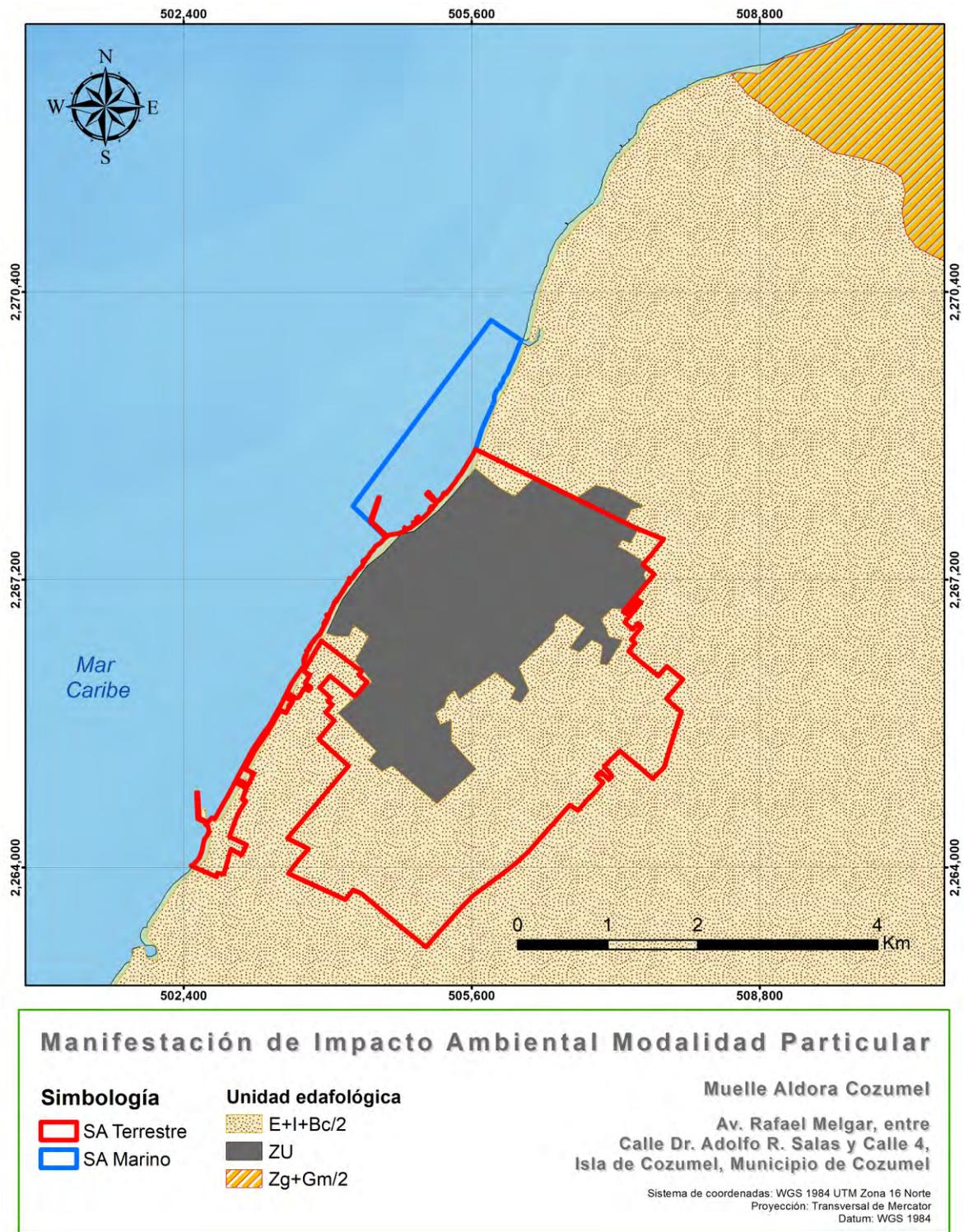


Figura IV:7. Edafología presente en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.1.4.1 Hidrología superficial

La Isla de Cozumel forma parte de la Región Hidrológica 32 denominada Yucatán Norte, que a su vez se divide en dos cuencas denominadas 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, donde la Isla Cozumel se ubica en la cuenca 32A Quintana Roo. Como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales en esta porción del estado por las características particulares de alta infiltración en el terreno y escaso relieve, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia (INEGI, 2002). Debido a la conformación del terreno, la precipitación que se presenta en la parte continental de la Península de Yucatán, aun cuando anualmente es superior a 1,000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga al acuífero denominados “Xuch”, por lo que no se tienen escurrimientos superficiales.

Las condiciones de permeabilidad o capacidad de infiltración presente en el Sistema Ambiental, el cual nos indica el porcentaje estimado de agua que escurre en el terreno presenta un rango de escurrimiento de 0 a 5% (INEGI, 2000), lo cual se visualiza en la **(Figura IV:8)**.

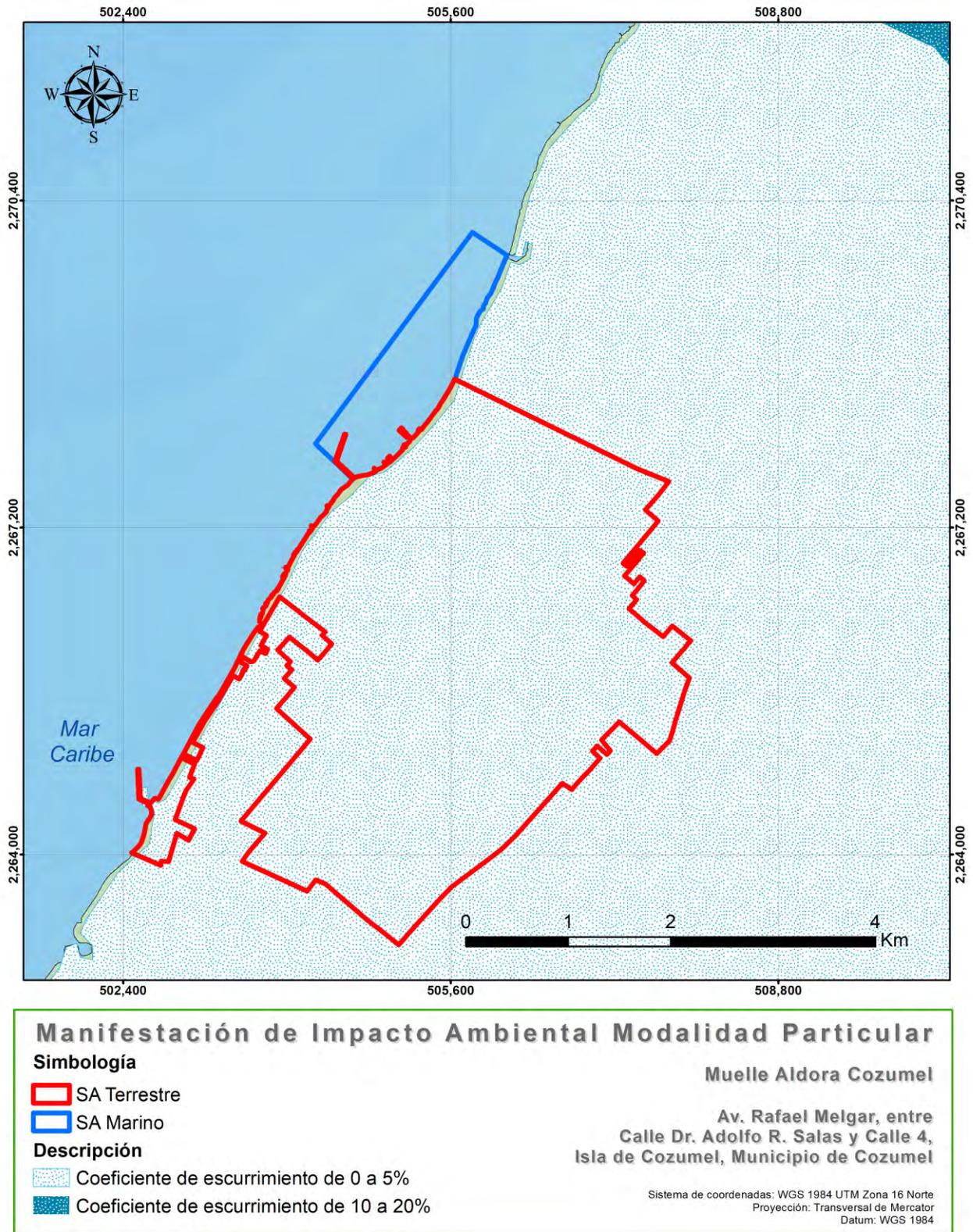


Figura IV:8. Hidrología superficial presente en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.4.2 Hidrología subterránea

El acuífero de Cozumel se caracteriza por estar conformado por caliza del Cuaternario que se presenta en forma masiva con fracturamiento moderado, su permeabilidad es alta. Es un acuífero de tipo libre con nivel estático entre 1 a 5 m, es espesor saturado de agua dulce del acuífero es más grueso hacia el centro, de 20 m, adelgazándose en los extremos, descansa sobre el agua salada. La parte central de la isla tiene agua de buena calidad, es de dulce a tolerable y pertenece a la familia de agua cálcica, sódica-bicarbonatada, clorurada; por su situación de isla y por otras características analizadas, existen problemas de intrusión salina.

Por otra parte, según la carta de hidrología subterránea (INEGI, escala 1:250000), el sistema ambiental se localiza en una zona que presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, tal como se muestra en **Figura IV:9**.

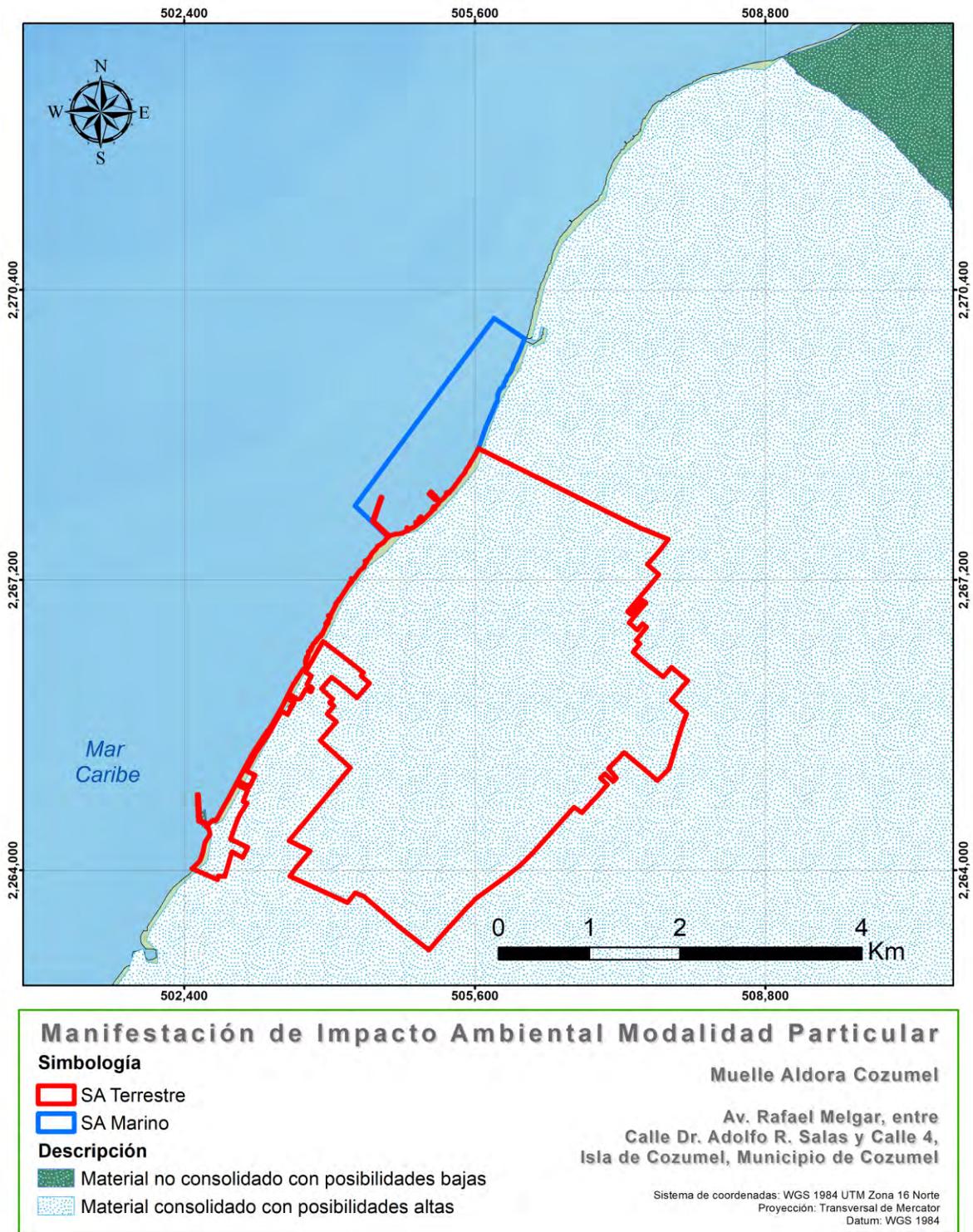


Figura IV:9. Hidrología subterránea presente en el Sistema Ambiental.

IV.2.1.5 Zona marina

Para poder describir el área donde se propone el desarrollo del Muelle Aldora, así como evaluar los impactos en la morfología e hidrodinámica por su construcción, se llevó a cabo un ejercicio de modelación numérica que permitió analizar los escenarios futuros de los procesos costeros posterior a la construcción del muelle, de igual forma, se desarrolló un estudio de caracterización de biota marina en el sitio del proyecto y sus colindancias.

Para la caracterización hidro-morfodinámica se han considerado tanto las condiciones de oleaje reinantes como escenarios de tormenta que se presentan frente a la costa del muelle. Para la zona de estudio se delimitaron 2 celdas: la meso y micro celda, las cuales representan el área de estudio. La **mesocelda** está delimitada al norte por la marina de Banco Playa y al sur por Punta Langosta; ambos sitios son un parte aguas que interrumpen de manera constante el transporte de sedimento de la región. La **microcelda** está delimitada al norte por muelle San Miguel de Cozumel y al sur por la Terminal de cruceros Punta Langosta, ambos dificultan el movimiento bilateral del sedimento escaso y forman parte de los límites de celdas contiguas. Conceptualmente, la celda delimita un área donde el contenido de sedimentos es equilibrado para el análisis cuantitativo. En la **Figura IV:10** se representa la ubicación de las celdas delimitadas en el área propuesta para el proyecto.

La información de oleaje y viento en aguas profundas se obtuvo del modelo *WaveWatch III* de la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA) de los Estados Unidos de América, reportada a intervalos de 3 horas en un periodo de aproximadamente 39 años (enero de 1979 a enero de 2018). El oleaje frente a la costa se obtuvo del Correntómetro Doppler (*Acoustic Doppler Current Profiler* ADCP). La información histórica de ciclones tropicales (algunos con categoría de huracán) que han afectado la zona desde 1950 a 2014, en un radio de 100 km o menor de la zona de interés, se obtuvo de los reportes publicados por la NOAA. Los datos de información de mareas fueron obtenidos del Doppler y fueron comparados y ajustados a marea media a partir de las tablas del predictor de mareas de la estación de Cozumel, Quintana Roo, del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada Baja California.

El área de estudio para la caracterización de biota marina comprende la parte marina que se ubica alrededor del muelle “Terminal San Miguel, Cozumel” el cual se ubica en la zona costera norte del estado de Quintana Roo. La zona de estudio cubre una distancia lineal de 900 metros de frente de palaya y una superficie de 58 ha.



Figura IV:10. Delimitación de las celdas litorales (meso y micro celda).

Para poder entender la dinámica costera, es fundamental estudiar la interacción de las corrientes marinas y el oleaje. Por lo que se instaló un perfilador de corrientes Doppler (ADCP) en el fondo marino. El aparato fue colocado el 03 de agosto del 2019 enfrente del muelle de operaciones de Aldora en las coordenadas UTM (504,728.730, 2,268,250.760) a una profundidad de 15.0 m durante un ciclo lunar (**Figura IV:11**). Este tiempo garantiza tener un ciclo completo de mareas en donde se tiene el comportamiento de la corriente durante mareas vivas y muertas generando una serie temporal de hacia dónde van las

corrientes en un punto de interés. Dichos estudios efectuados permitieron conocer las características del Sistema Ambiental marino identificado para el proyecto “Muelle Aldora”.



Figura IV:11. Referencia de la ubicación del ADCP respecto al “Muelle Aldora”

En la **Figura IV:12** se representa la ubicación de la ubicación del nodo que tiene los datos del Wave Watch III (WWIII), dichos datos fueron empleados para la obtención de escenarios, de igual forma se representa la ubicación del ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) para la obtención de datos *in situ*.

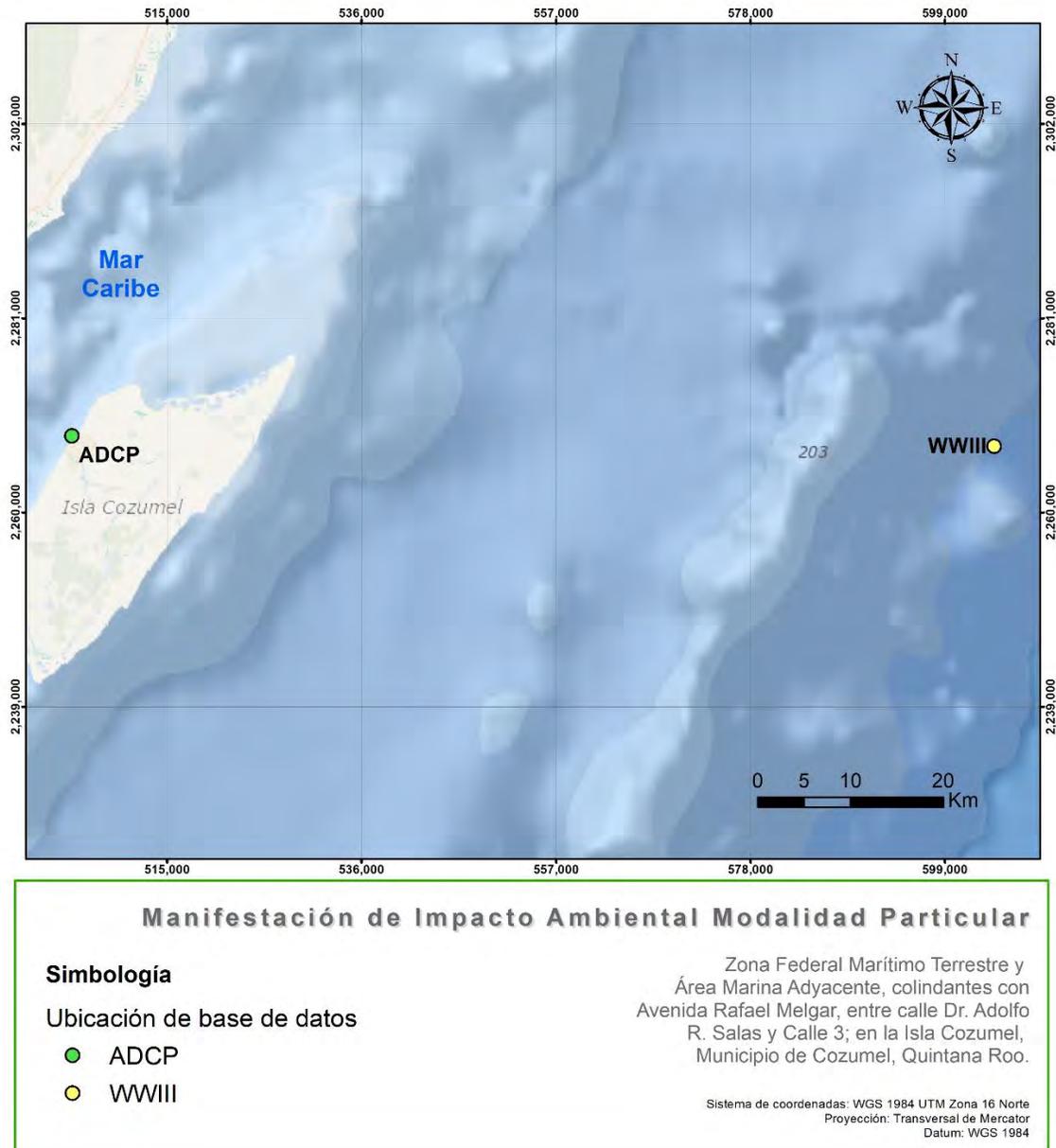


Figura IV:12. Ubicación de las bases de datos (WWIII y ADCP).

IV.2.1.5.1 Descripción del tipo de costas

Las costas de la isla de Cozumel son rocosas en su mayoría. Las playas arenosas se concentran en las zonas sur-occidental y nor-occidental de la misma. En la zona marina occidental se desarrollan arrecifes coralinos de gran importancia ecológica y económica. Se distinguen dos tipos de formaciones coralinas en la isla de acuerdo a su estructura basal y la comunidad coralina que la coloniza:

Arrecifes de borde: se desarrollan en el borde de la plataforma insular y forman estructuras continuas a manera de cresta de 3 a 4 metros de altura sobre el borde del talud. También pueden constituirse por conjuntos de grandes bloques coralinos alineados a lo largo del borde y separados entre sí por espacios de unos cuantos metros hasta más de 50 m. Su estructura vertical resulta de un conjunto de macizos aislados. Pueden extenderse hasta 50 o 60 m de profundidad.

Arrecifes de plataforma: se encuentran en la parte interna de la plataforma. Son comunidades coralinas poco desarrolladas cuyo emplazamiento basal rara vez excede los 12 m de profundidad. Las especies de corales escleractinios dominantes contribuyen a la estructura arrecifal superpuesta, por lo que su relieve es escaso en comparación con los arrecifes de borde.

El sitio donde se encuentra el Muelle Aldora presenta una playa con características rocosa y cuenta con una capa delgada de arena.

IV.2.1.5.2 Descripción del tipo de costas

Clasificar o regionalizar las playas en función de su morfodinámica facilita su manejo, ya que es posible establecer criterios para reducir los riesgos y aumentar la seguridad en el desarrollo de múltiples actividades costeras (Benedet et al. 2004).

Isla Cozumel se encuentra a 18 km al este de la Península de Yucatán. A los dos lados de la Isla, que se extiende de norte a sur, existe una plataforma estrecha que está dividida claramente en terrazas y escalones que se cree son plataformas de abrasión del Holoceno. La plataforma oeste se compone de 3 terrazas (5,10 y 20 m) con un talud que empieza a 20 m de profundidad. La vertiente baja con un ángulo de casi 90° hasta 400 m (Muckelbauer, 1989)

IV.2.1.5.3 Retroceso de costa

El retroceso de costa en la mayor parte del caribe mexicano, está asociado a diversos factores como es el incremento del nivel del mar (Acuña, 2012), el aumento en la intensidad y recurrencia de eventos meta oceánicos extremos típicos y atípicos (Mann & Emanuel, 2006) y la falta o escasez de aporte sedimentario (Martell-Dubois, 2013) producto de una disminución del ecosistema arrecifal (Arrecifes Saludables, 2018). La variación en alguno de estos factores puede disminuir o acelerar los procesos de erosión.

El manejo de las imágenes satelitales es una de las herramientas más útiles para detectar cambios significantes en la evolución de costa. Para evaluar si durante un tiempo determinado existió un retroceso o avance del mar, se pueden hacer comparaciones de la cota 0.0 derivado de imágenes geo-referenciadas.

En la **Figura IV:13**, se muestra el ejercicio de identificar la cota 0 de los años 2016 y 2019 en la micro celda litoral de muelle a construir. Tomando como base el año 2016 y dado que la costa es mayormente rocosa, el ejercicio mostró un retroceso de costa nulo. Las diferencias (mínimas) existieron únicamente en las zonas donde existe una capa delgada de arena.



Figura IV:13. Identificación de la línea de costa 2016 (amarillo) y 2019 (magenta) para evaluar el retroceso de costa.

IV.2.1.5.4 Batimetría

La batimetría se efectuó en el mes de agosto sobre la costa del área de influencia del proyecto, donde se efectuó mediciones cada 200 metros aproximadamente con una sonda portátil Hondex de profundidad digital (**Figura IV:14**). Durante dos días se realizó las mediciones donde se registró un coeficiente de marea de 48 y 51 (Nautide, 2019) y posteriormente los datos se interpolaron para obtener las profundidades en los sitios que no fueron cubiertos durante el levantamiento. Para mayor resolución en los datos se editó y complemento con datos de la Secretaría de Marina.

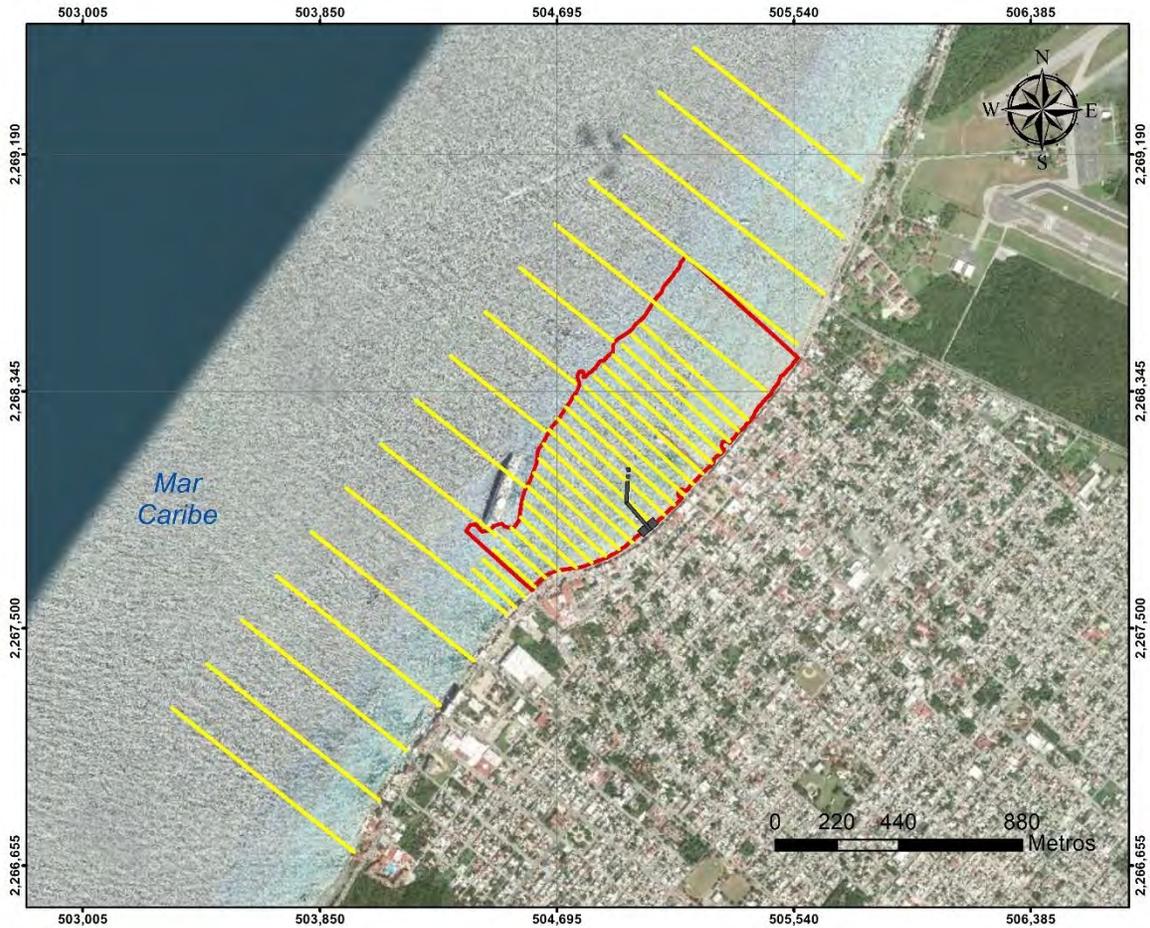


Figura IV:14. Transectos efectuados para la medición de la batimetría.

En la **Figura IV:15** se visualizan los datos obtenidos para el área de influencia del proyecto y la microcelda. En los documentos anexos en formato electrónico se incorporó la batimetría completa en el Sistema Ambiental Marino, en el archivo denominado Batimetría con formato DWG.

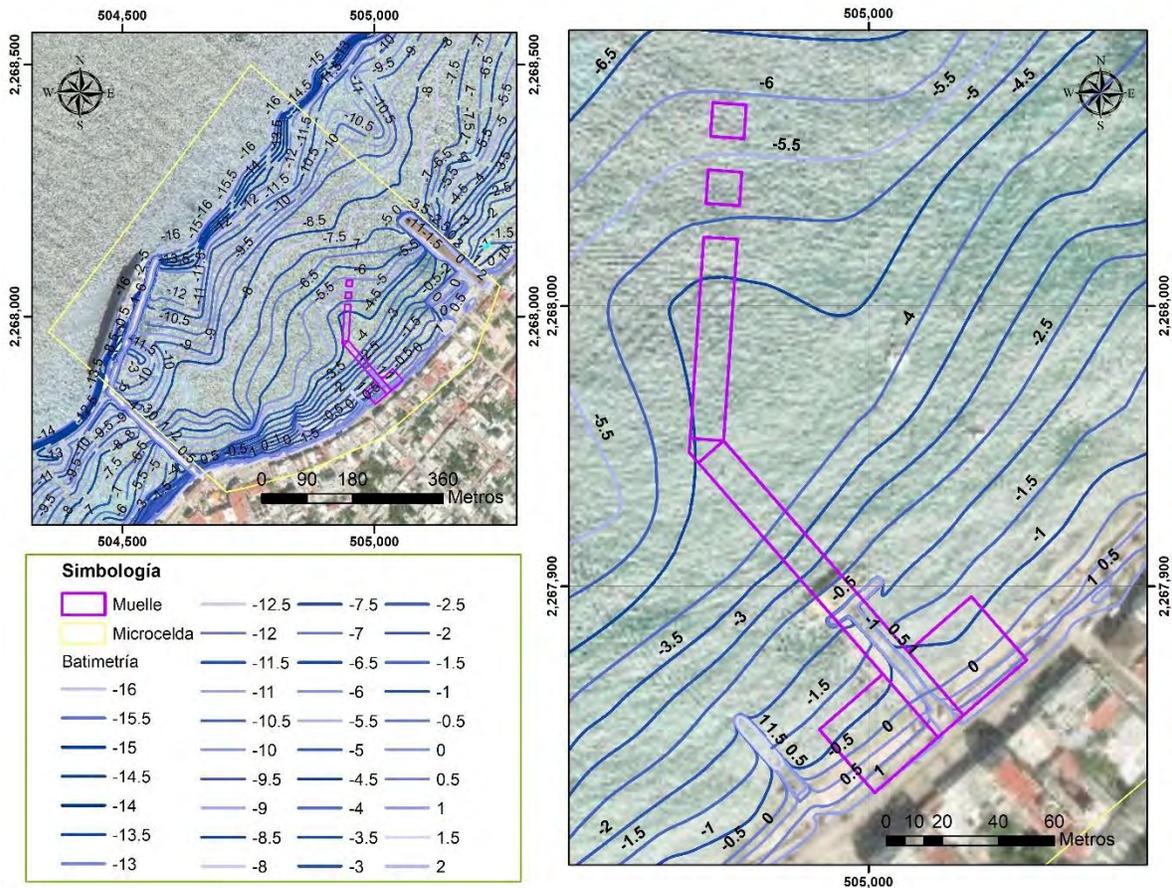


Figura IV:15. Profundidades obtenidas para el área del proyecto y microcelda.

Las profundidades registradas en el área de instalación del muelle se encuentran entre un rango de 0 a -6 metros.

IV.2.1.5.5 Patrón de corrientes costeras

Es bien sabido que en la costa de Quintana Roo y en la parte protegida de Cozumel, las corrientes corren de sur a norte. La corriente de Yucatán entra al Canal de Yucatán e ingresa eventualmente al Golfo de México (Merino Ibarra, 1991). Al acercarse a la zona costera, el panorama cambia pues se presenta una contracorriente que fluye paralela al litoral sujeta a variaciones estacionales y a la orografía del sitio. Esta contracorriente caracteriza a ciertas porciones internas de la costa quintanarroense la cual tiene influencia de los arrecifes, lagunas arrecifales y bahías. Es por ello que podría decirse que la hidrodinámica cerca de la línea de costa es aislada y con característica del sitio. En la **Figura IV:16** se representa gráficamente la dinámica de la corriente en la costa de Quintana Roo



Figura IV:16. Dinámica de las corrientes en la costa de Quintana Roo. Fuente: Merino y Otero, 1992.

La circulación de la corriente está influenciada por la corriente del canal de Yucatán la cual gobierna mucho de los procesos hidrodinámicos en la zona a excepción de las zonas más someras. Para conocer el comportamiento de la corriente en el área destinada al proyecto del Muelle Aldora se instaló un perfilador de corrientes Doppler en el fondo marino (ADCP), de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados (**Figura IV:17**):

El gráfico superior muestra la elevación del nivel del mar y durante 28 días, en el gráfico central los colores amarillos indican corrientes máximas de 0.5 m/s y colores azules corrientes nulas, mientras que en el gráfico inferior los colores azules son corrientes que van hacia el noreste (NE), colores aqua van hacia el sureste (SE), verdes corrientes que van al suroeste (SW) y colores amarillos corrientes que van hacia el noroeste (NW).

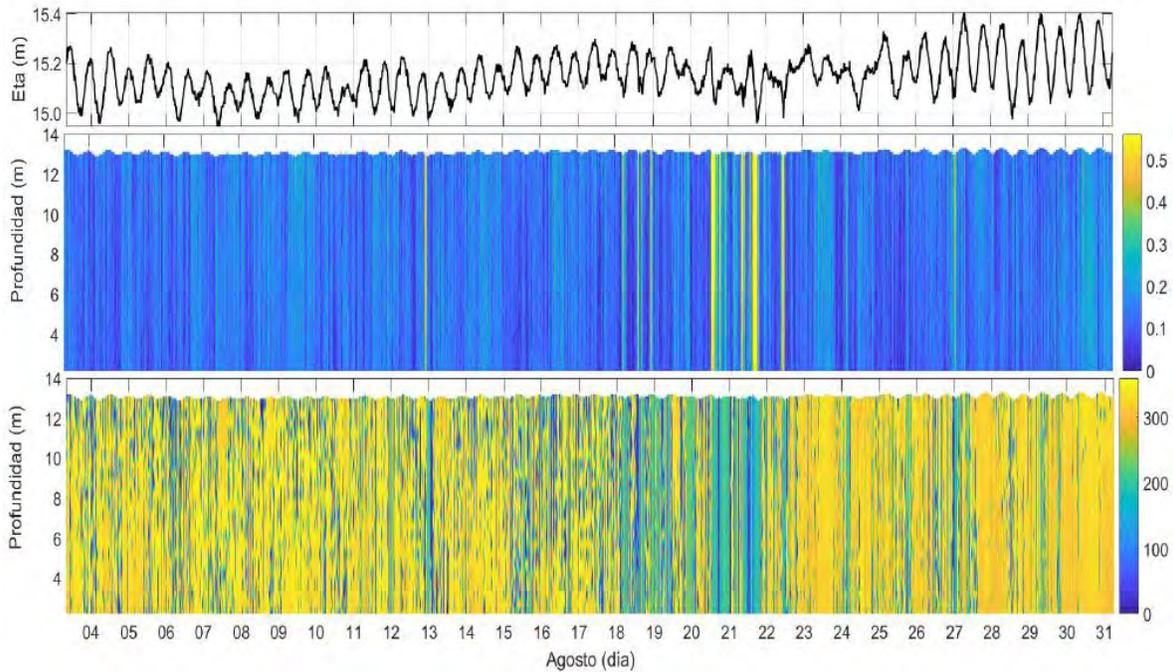


Figura IV:17. Serie temporal del nivel del mar (superior) y magnitud (central) y dirección (inferior) de la corriente.

- **Estimación de las velocidades medias de las corrientes**

A continuación, se presenta una rosa de corrientes que establece las direcciones preferenciales del rumbo de la corriente y el porcentaje de intensidades para cada dirección. El comportamiento de la corriente en el sitio donde se colocó el Doppler fue muy peculiar. Mayormente la velocidad de la corriente es chica (magnitudes menores a los 0.25 m/s) y con focos de 0.5 m/s) y preferentemente hacia noroeste (NW) sin embargo, se pudieron observar recirculaciones que van en todas direcciones (**Figura IV:18**).

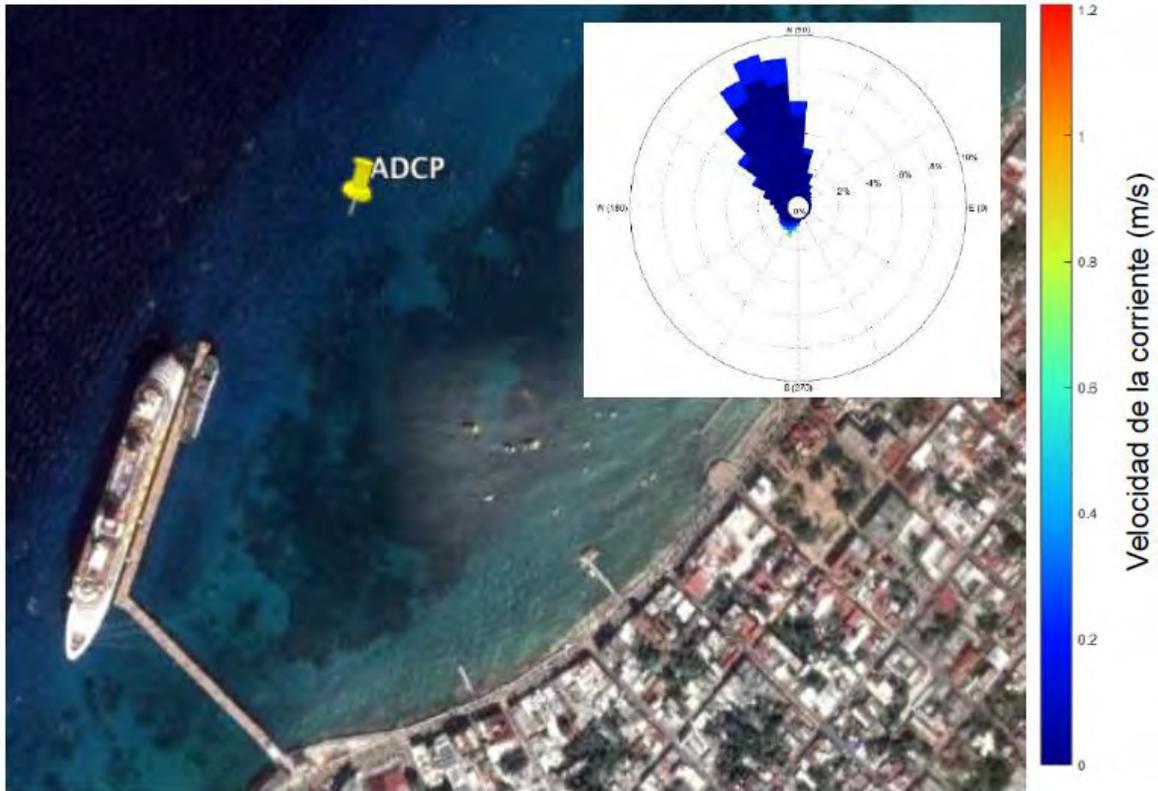


Figura IV:18. Rosa de corrientes medidas e instalación del perfilador acústico Doppler estático en el fondo del área de estudio.

Para tener conocimiento de cómo varían las corrientes de la zona cercana a la costa hacia afuera se efectuó un recorrido en una embarcación con el montaje de un ADCP con los sensores hacia abajo y se miden las corrientes de forma dinámica navegando despacio costa afuera (**Figura IV:19**).



Figura IV:19. Montaje de equipo para medición de corrientes en modo dinámico. Perfilador acústico Doppler (derecha), computadora de uso rudo (centro) y GPS (izquierda).

Este tipo de medición provee una “fotografía” de un momento determinado y proporciona una mejor idea de cómo se comporta el sitio. A continuación, se presentan los resultados

de las mediciones realizadas el 02 de agosto del 2019. El levantamiento se hizo en condiciones de tiempo óptimas (**Figura IV:20**).

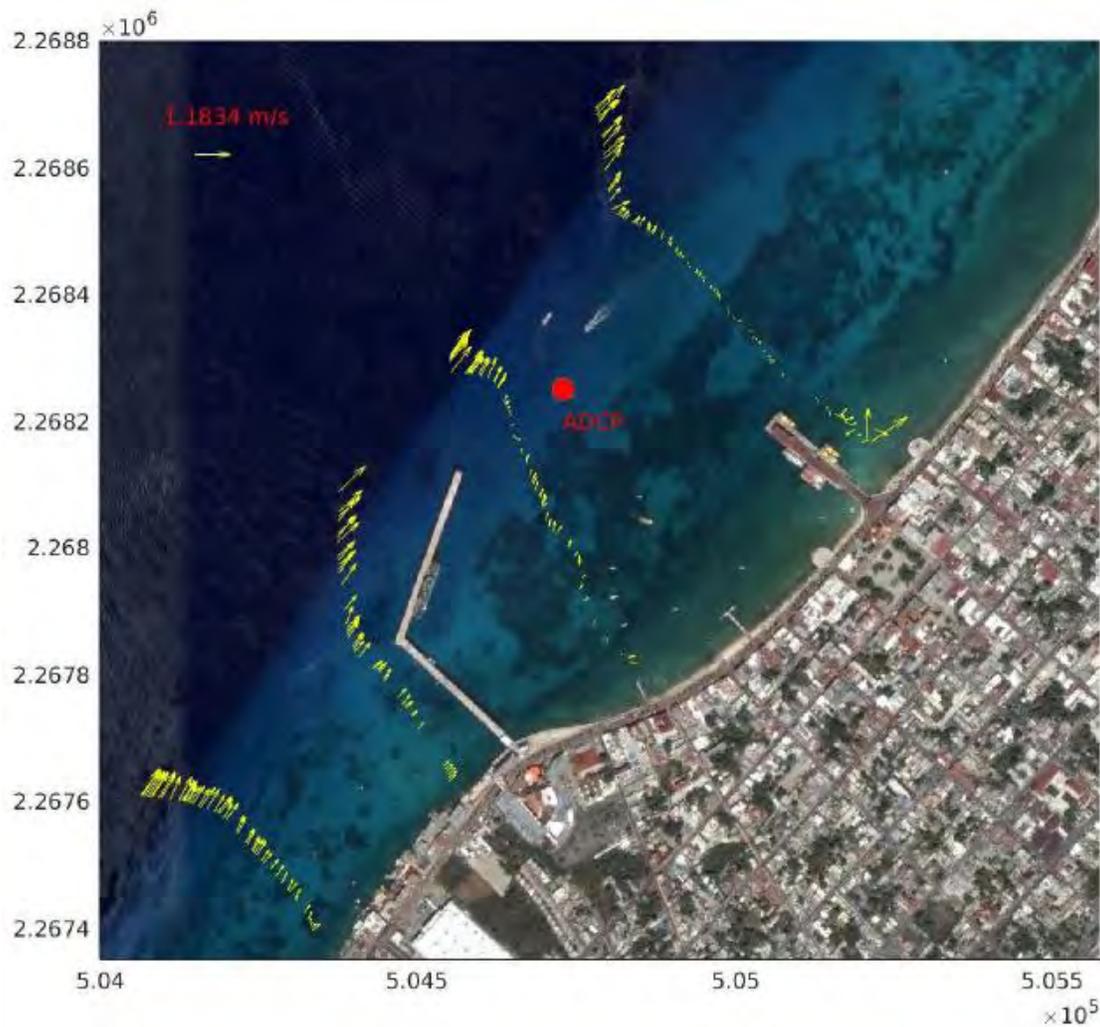


Figura IV:20. Magnitud y dirección de la corriente medida en el campo de forma dinámica.

A estas mediciones se les hizo una estadística básica de rosa de corrientes por cada transecto. Estos gráficos representan mejor el comportamiento de la magnitud y dirección de la corriente promediada en la columna de agua, siendo el primer transecto el que se encuentra más al norte y en último, ubicado más al sur (**Figura IV:21**). Los resultados mostraron que las corrientes van en dirección noreste, especialmente las más fuertes y cercanas al talud continental. Esto es consistente con la circulación de la región debido a la corriente del canal de Yucatán la cual gobierna muchos de los procesos hidrodinámicos en la zona.

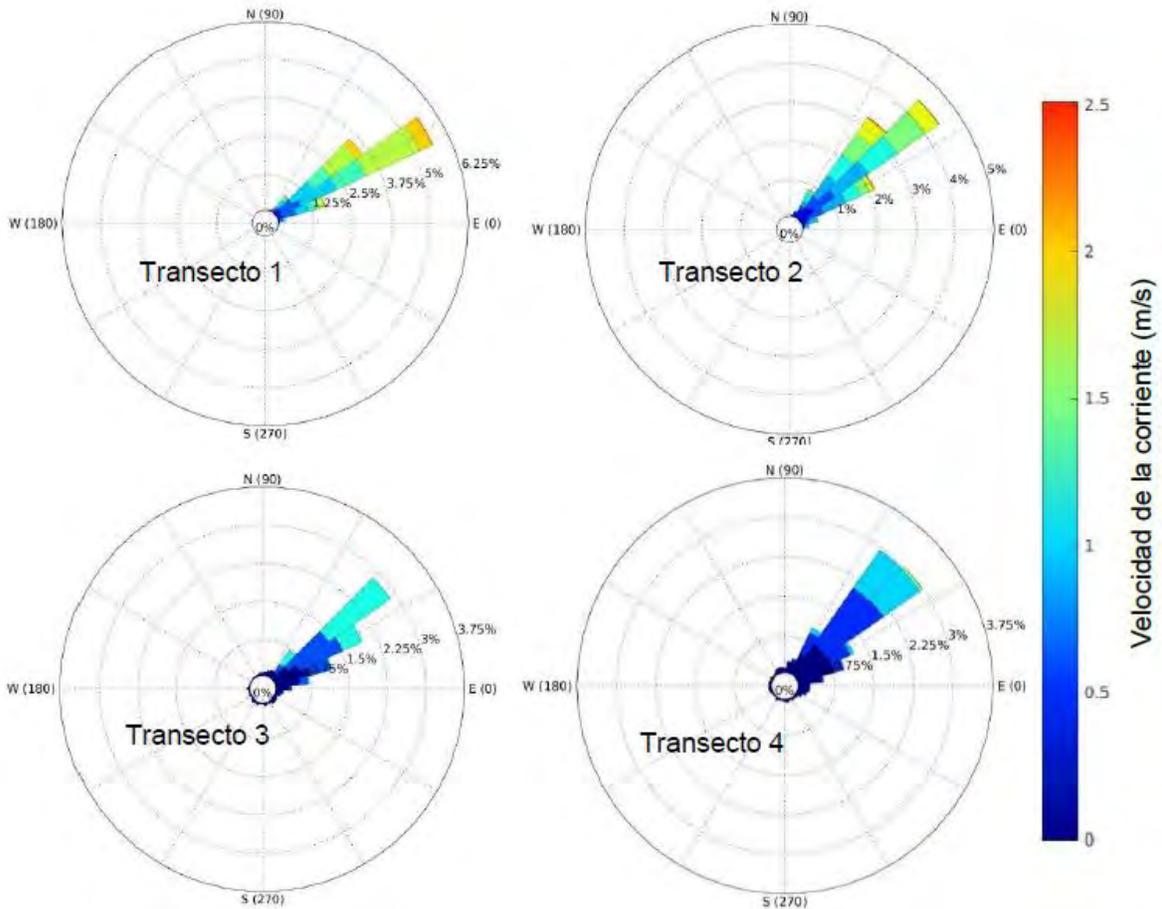


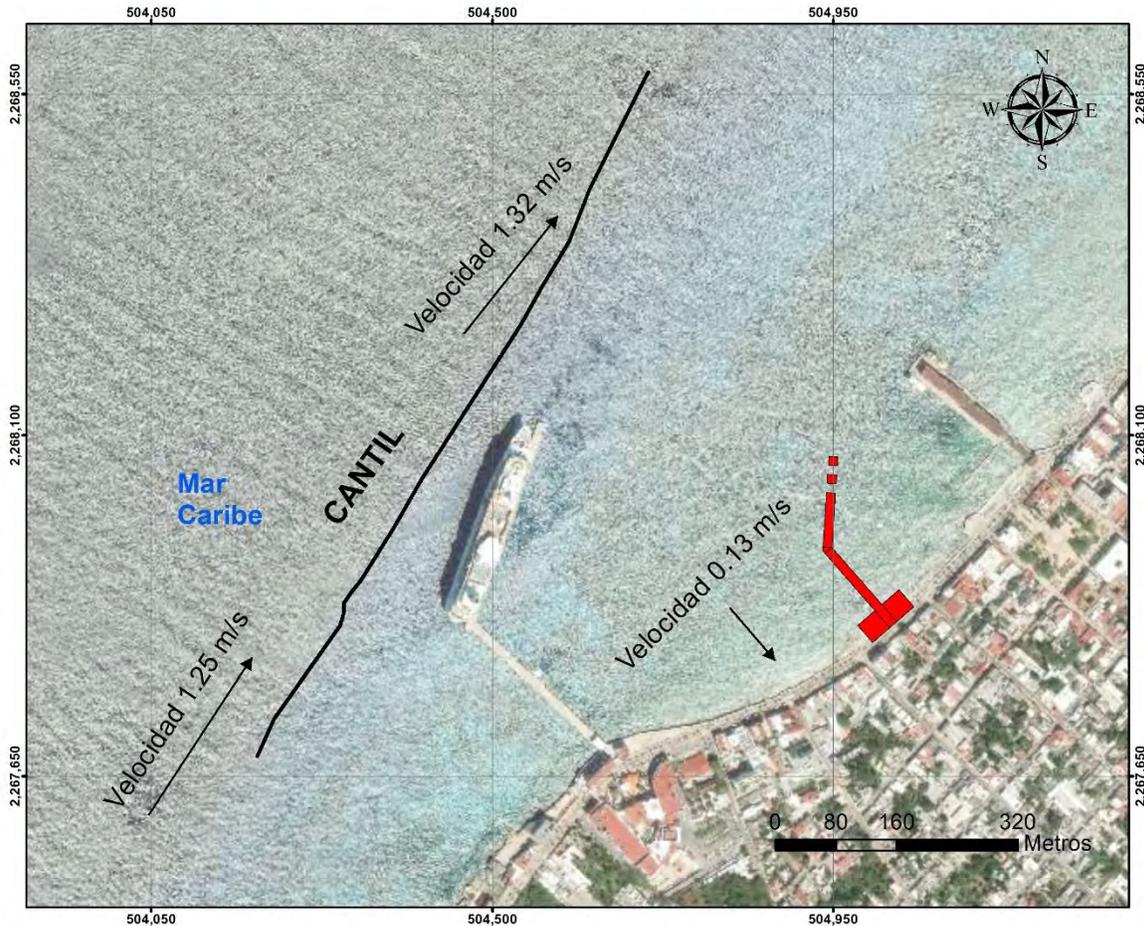
Figura IV:21. Rosa de corriente por transecto medido en el área de instalación del proyecto y alrededores.

Los resultados del Perfilador acústico Doppler (dinámico y estático), sugieren un movimiento en la zona de interés totalmente influenciado por la corriente de Yucatán, sin embargo, la presencia del muelle frente a Punta Langosta genera una recirculación en la zona de dársena.

- **Pluma de dispersión**

Otra forma de estudiar el comportamiento hidrodinámico del sitio es hacerlo mediante plumas de dispersión. Este estudio consiste en arrojar un poco de colorante de cocina rojo y registrar la posición con un GPS, a continuación, esperar 10 minutos, colocar el GPS sobre la mancha roja y registrar la nueva posición.

Esto se hace en distintos puntos de la zona de interés para obtener un mapa de velocidades y direcciones de corriente, al terminar el trabajo de campo se descargan los puntos y tiempos y se obtiene la velocidad en metros por segundo en cada punto y se plasma en un mapa (Figura IV:22).



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

Simbología

■ Muelle a construir

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte
 Proyección: Transversal de Mercator
 Datum: WGS 1984

Zona Federal Marítimo Terrestre y
 Área Marina Adyacente, colindantes con
 Avenida Rafael Melgar, entre calle Dr. Adolfo
 R. Salas y Calle 3; en la Isla Cozumel,
 Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

Figura IV:22. Corrientes medidas con el método de plumas de dispersión.

IV.2.1.5.6 Ciclo de mareas

La caracterización de la marea se obtuvo de la estación de Cozumel del CICESE y fue comparada con la registrada por el ADCP. Una vez cerciorando de que ambas señales empataban, a las señales se les extrajo sus componentes armónicos para así poder describir la señal en un tiempo determinado.

Para todo estudio hidrográfico es importante conocer el nivel del mar durante las mediciones in-situ. Para ello, el equipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) cuenta con un sensor de presión que permite medir las variaciones del nivel del mar.

El nivel del mar estuvo regido por el efecto de marea (mixta semidiurna), aspectos atmosféricos (diferencia de presión y viento) y cuestiones antropogénicas (tránsito de embarcaciones). Las variaciones más altas fueron de hasta 0.3 m de amplitud (de cresta a cresta). Los resultados se pueden describir gráficamente en la **Figura IV:23**.

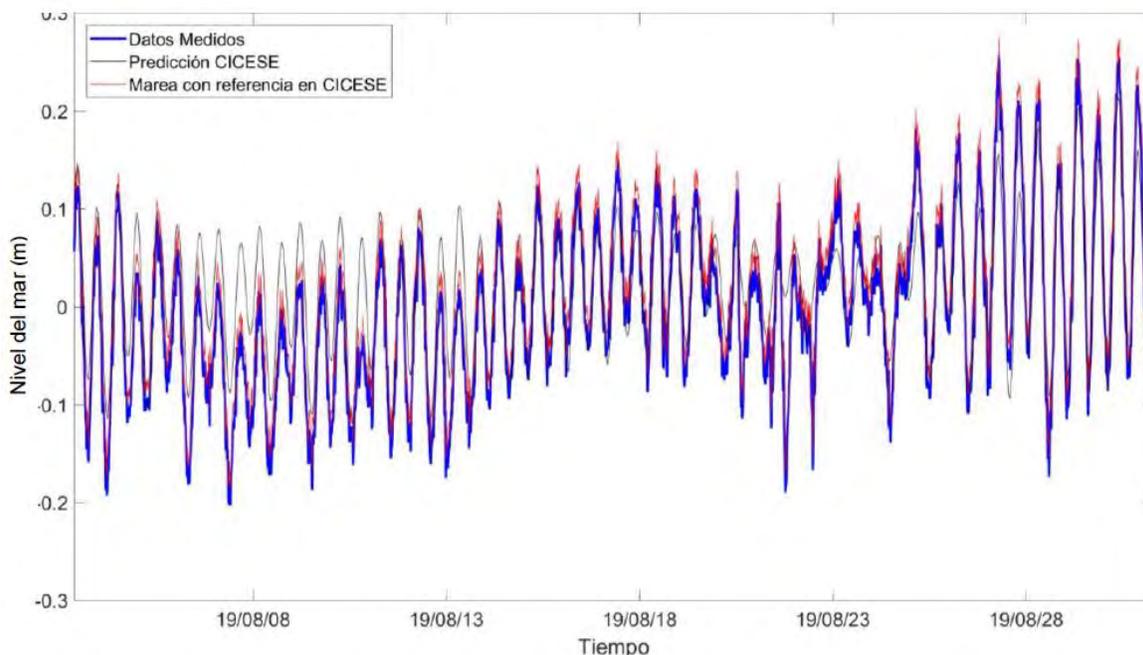


Figura IV:23. Ajuste de curvas del nivel medio del mar medido con el ADCP y del obtenido por el predictor de mareas de CICESE de la estación de Cozumel, Q. Roo durante el mes de agosto, 2019.

IV.2.1.5.7 Oleaje

El oleaje es uno de los forzantes que más incide en la dinámica de sedimentos en la costa, medir con precisión para posteriormente poder validar modelos de predicción es fundamental para un buen estudio hidro-morfodinámico. Un ADCP, además de medir la corriente en la columna de agua, puede medir la magnitud y dirección del oleaje correlacionando la señal de presión y las velocidades medidas, es decir, puede discriminar que velocidades son asociadas a las oscilaciones del oleaje y de qué dirección proviene el tren de oleaje.

Las mediciones obtenidas con el ADCP estático coinciden con los periodos típicos del Caribe Mexicano, ($6s > T > 9s$). Las altas de ola local tuvieron un promedio de 0.2m con un evento de oleaje intenso de 0.9m. La dirección del oleaje fue principalmente del noroeste y en algunos eventos esporádicos del este y noreste. La **Figura IV:24** muestra el oleaje registrado por el ADCP en donde se hace distingue el oleaje mayor a 5 segundo (línea roja) del menor periodo.

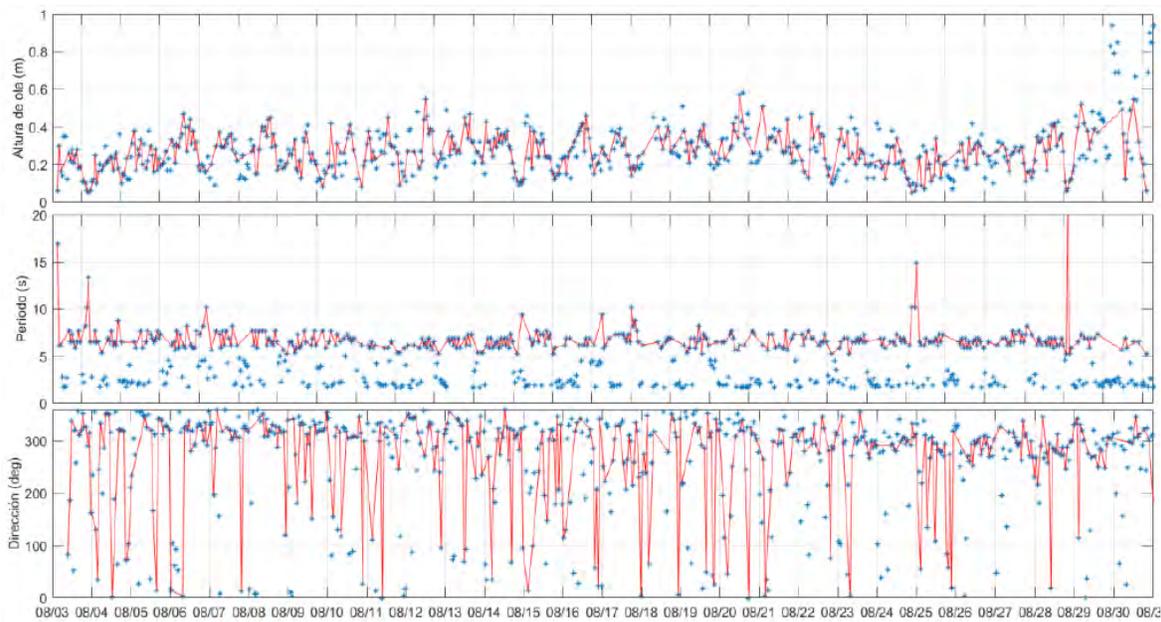


Figura IV:24. *Altura (arriba), periodo (centro) y dirección (abajo) del oleaje en la zona. En rojo se distingue el oleaje con periodos superiores a 5 segundos.*

IV.2.1.5.8 Caracterización del sedimento

Para obtener las características físicas del sedimento de la playa en el sitio, se obtuvieron muestras de las diferentes zonas de la playa (alta, seca, lavado/rompiente y sumergida). Posteriormente las muestras pasaron por laboratorio en donde se obtuvieron pruebas de granulometría y densidad (**Figura IV:25**).



Figura IV:25. (A) Recolección de muestras en playa seca, arena a 3m y 15m de profundidad, (B) Pruebas de laboratorio para granulometría, (C) Pruebas de densidad

En el **Cuadro IV:2** se plasma un resumen de los estudios realizados a cada una de las muestras de sedimentos, en donde se describen las características de tamaño de grano D_{50} y los coeficientes C_u (Coeficiente de uniformidad) y C_c (Coeficiente de curva). En el presente documento se anexa los resultados de las granulometrías.

Cuadro IV:2 Resultados obtenidos en las muestras granulométricas de la playa seca y húmeda presentes en el predio de instalación del proyecto y sus alrededores.

Muestra	D_{50}	C_u	C_c	SUCS	Densidad (kg/m ³)
M1 Playa seca	0.37	0.24	0.83	Arenas graduadas (SP) mal	1,398.31
M2 Playa área de lavado	16.22	0.014	0.58	Arenas graduadas (SP) mal	1,635.59
M3 Arena frente al muelle	0.85	0.22	0.81	Arenas graduadas (SP) mal	1,237.29

Muestra	D ₅₀	Cu	Cc	SUCS	Densidad (kg/m ³)
M4 Muestra a 15 m de profundidad	0.35	0.21	0.81	Arenas graduadas (SP)	mal 1,567.80
M5 Muestra a 13 m de profundidad	0.46	0.14	0.79	Arenas graduadas (SP)	mal 1,635.59

Las muestras fueron procesadas de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas en materia al tratamiento de materiales pétreos y arenas, dichas Normas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). Basado en la clasificación emitida por la AASTHO que define como grava al material que pase por la malla de 80mm y es retenido por la malla de 2 mm, arena gruesa como aquel material comprendido entre 2 mm y 0.5 mm, arena fina aquel material comprendido entre 0.5 mm y 0.08 mm, mientras que se clasifica como limo y arcilla todo material que pase por la malla 0.08 mm. Dada la clasificación anterior, los resultados obtenidos para las arenas presentes en el área del proyecto se clasifican de la siguiente manera (**Cuadro IV:3**).

Cuadro IV:3. Clasificación de arenas muestreadas según AASTHO.

Muestra	Clasificación
M1 Playa seca	Arena fina
M2 Playa área de lavado	Grava
M3 Arena frente al muelle	Arena gruesa
M4 Muestra a 15 m de profundidad	Arena fina
M5 Muestra a 13 m de profundidad	Arena fina

IV.2.1.5.9 Calidad de agua

Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando no cumple con los valores permitidos. Así, las pruebas de calidad de agua, son indicadores que permiten evaluar temporal y espacialmente el estado de un cuerpo de agua y en base a estos, es posible implementar acciones “a priori” o “a posteriori” para mejorar o mantener el cuerpo de agua, evitando una degradación ambiental.

El presente estudio consistió en la medición de parámetros *in situ* de salinidad, temperatura, pH, Oxígeno disuelto y turbidez con una sonda multiparamétrica en 7 puntos sobre el área de interés.

El presente estudio consistió en la medición de parámetros *in situ* de salinidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto y turbidez con una sonda multiparamétrica en 7 puntos sobre el área de interés.

En el **Cuadro IV:4** se presenta una tabla con las coordenadas en UTM de los puntos de muestreo, así como en la **Figura IV:26** se representa de manera visual la ubicación de los sitios de muestra.

Cuadro IV:4. Coordenadas de sondeos para toma de muestra de calidad de agua.

Número de sondeo	Sondeo	X	Y
S1	Superficial	505,060.43	2,268,418.56
S1	Profundo	505,066.26	2,268,406.92
S2	Superficial	504,845.59	2,268,177.26
S2	Profundo	504,790.56	2,268,179.90
S3	Superficial	504,352.94	2,267,567.13
S3	Profundo	504,352.94	2,267,567.13
S4	Superficial	504,284.68	2,267,705.77
S4	Profundo	504,284.68	2,267,705.77
S5	Superficial	504,611.70	2,267,988.34
S5	Profundo	504,659.86	2,268,037.56
S6	Superficial	504,765.16	2,267,830.12
S6	Profundo	504,767.81	2,267,871.93
S7	Superficial	504,916.50	2,267,928.55
S7	Profundo	504,908.03	2,267,930.14

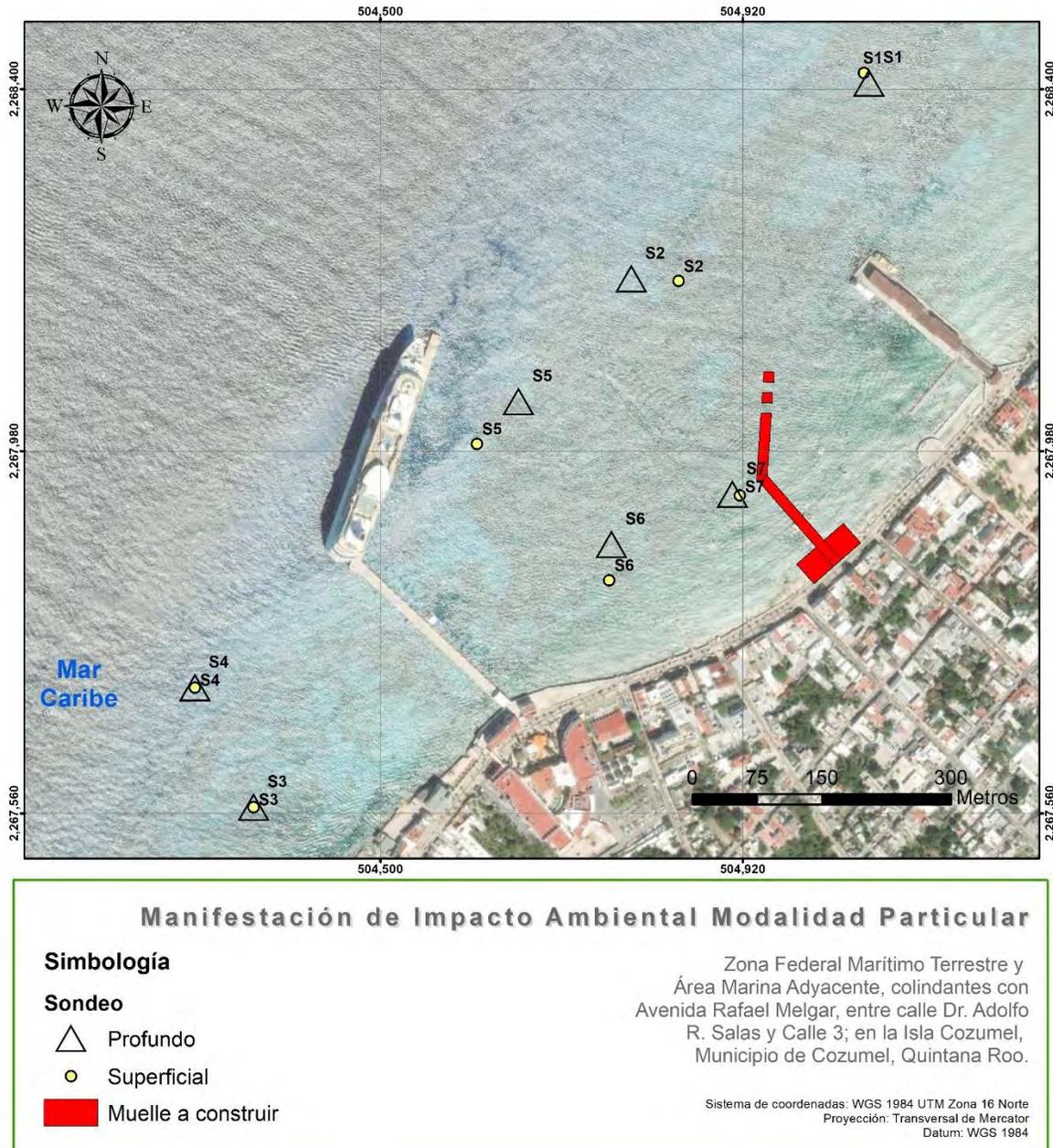


Figura IV:26. Ubicación de los sitios de muestreo de calidad de agua

- **Calibración de la sonda**

Para los estudios de calidad de agua se empleó una Sonda Multiparamétrica de Calidad de Agua marca **YSI modelo 6600 V2**, la cual se conecta a una computadora de uso rudo y colecta los datos in situ.

Para el funcionamiento de la sonda previamente se requirió de su calibración, por lo que esta fue calibrada con soluciones estándar para cada uno de los electrodos que miden los

parámetros, asegurando que el equipo esté funcionando correctamente. En campo, se sumerge la sonda en el agua y se colectan los datos a las profundidades deseadas. Para nuestro estudio fue necesario la recolección de datos superficiales y profundo, evitando tocar el fondo marino (**Figura IV:27**).



Figura IV:27. Maniobra para la recolección de datos (izquierda), computadora de uso rudo (centro) y sonda multiparamétrica (derecha).

- **Medición de parámetros in-situ**

Para el estudio de calidad de agua se requirió de la colección de datos superficiales - 1 m del nivel medio del mar y profundos entre -4 a -6 m del nivel medio del mar.

Los datos crudos obtenidos se pasan por post-proceso por el cual los datos se copilan y pasan por un filtro para eliminar datos que causen “ruido”, una vez finalizado dicho procedimiento se obtiene una tabla de datos en donde se pueden visualizar las características principales de temperatura, porcentaje de oxígeno, profundidad de sondeo, salinidad, potencial de hidrogeno (pH) y turbidez.

De acuerdo a la tabla siguiente, podemos comparar determinar que los parámetros de temperatura, salinidad y pH están dentro de lo correspondiente a aguas del océano atlántico. En cuanto a los parámetros de temperatura y ODOsat, las lecturas nos arrojan un rango que oscila entre los 28.68 a 29.11 °C y 87.8 a 96.3% respectivamente. Los valores de salinidad varían entre los 36.21 a 36.99 ppt (partes por trillon) y el pH oscila entre 7.95 a 8.58. Mientras que los rangos de turbidez van de 0.1533 a 1.857, porcentaje que permite la visibilidad característica de las aguas del Caribe Mexicano. En el **Cuadro IV:5** se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro IV:5. Resultado de los parámetros medidos para evaluar la calidad del agua en la superficie de instalación del proyecto “Muelle Aldora”.

No. de sondeo	Características	Depth (m)	Temp °C	ODOsat %	Sal ppt	pH	Turbid+ NTU
S1	Superficial	0.650	29.20	88.90	36.21	7.98	1.80
	Profunda	4.049	29.11	87.80	36.53	7.95	1.60
S2	Superficial	0.812	29.13	95.30	36.82	8.21	1.80
	Profunda	6.160	29.11	87.80	36.89	8.23	1.81
S3	Superficial	0.623	28.68	93.73	36.36	8.19	1.50
	Profunda	3.685	29.12	96.19	36.93	8.35	1.51
S4	Superficial	0.984	29.22	94.40	36.98	8.46	1.85
	Profunda	6.270	29.22	94.10	36.99	8.39	1.80
S5	Superficial	1.073	29.20	96.30	36.89	8.53	1.80
	Profunda	5.212	29.16	96.30	36.92	8.45	1.81
S6	Superficial	1.190	29.15	92.60	36.87	8.58	1.80
	Profunda	4.598	29.14	95.30	36.88	8.48	1.77
S7	Superficial	1.210	29.26	94.10	36.88	8.58	0.15
	Profunda	3.488	29.20	96.30	36.89	8.48	1.73

El color azul manifiesta los valores mínimos y el color rojo los valores máximos.

El estudio permite obtener una base para definir el estado y calidad de agua sobre el sitio, así como un punto de comparación para futuros estudios. Las posibles variaciones de las lecturas dependen de la estación del año.

IV.2.2 Aspectos bióticos

Para conocer las condiciones actuales del ecosistema marino y los ambiente asociados al área donde se desarrollará el proyecto “Muelle Aldora”, se caracterizó el ambiente biótico marino de un polígono defino.

En el área de estudio se reconocieron cinco tipos de ambientes, pero solo cuatro de ellos fueron caracterizados. El ambiente que no fue estudiado fue el arenal, el cual se encuentra principalmente en la zona profunda y junto a los muelles, esto debido a que la Capitanía de Puerto no permitió realizar actividades de buceo por motivos de seguridad. En la **Figura IV:28** se presenta la superficie que abarca cada tipo de ambiente definido.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

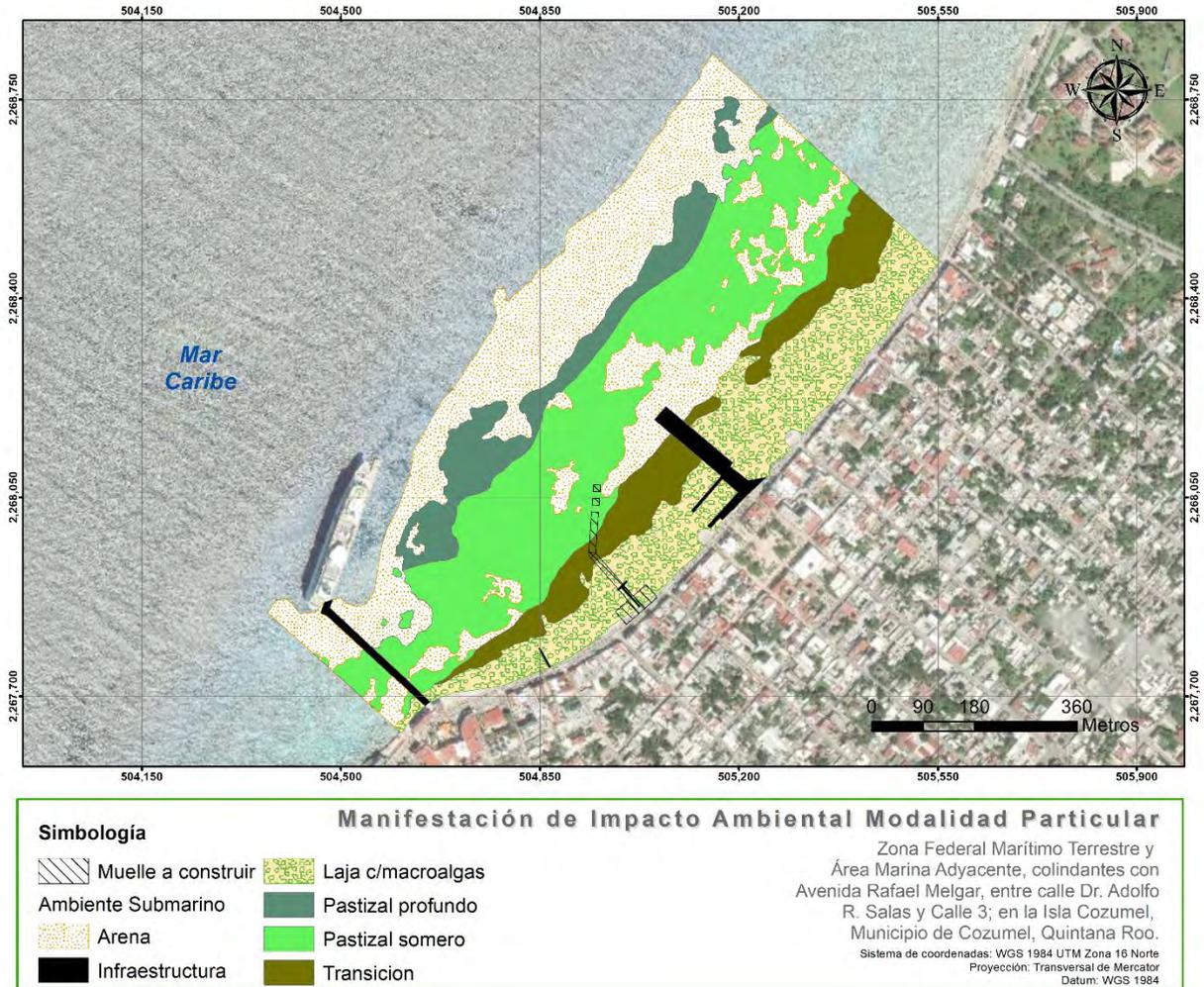


Figura IV:28. Mapa de ambientes del polígono considerado como área de estudio.

De igual forma en el **Cuadro IV:6** se especifica la superficie por el tipo de ambiente que se definió en el área de estudio, expresado en hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

Cuadro IV:6. Superficie por tipo de ambiente definido en el área de estudio.

Ambiente submarino	Superficie (ha)	Superficie %
Laja c/macroalgas	10.82	18.55
Transición	5.33	9.14
Arena	19.05	32.67
Pastizal somero	17.11	29.35
Pastizal profundo	4.81	8.25
Infraestructura	1.19	2.04
TOTAL	58.31	100.00

Las categorías de ambiente se definieron básicamente a partir del tipo de sustrato, por lo que se diferenciaron claramente aquellos que presentaron sustrato rocoso (laja con

macroalgas y transición), de aquellos que presentaron praderas de pastos marinos y arena. El segundo criterio de clasificación de ambientes fue el tipo de organismos dominantes y por último la profundidad.

- **Laja con macroalgas (Lam)**

Este ambiente abarca una superficie de 10.82 ha (18.55%) del área estudiada y se caracteriza por presentar un sustrato de laja calcárea sin relieve a poca profundidad (menor a 3 metros). La comunidad bentónica dominante son las macroalgas con una cobertura del 40% y 13 especies registradas. La composición de especies no es muy amplia y está dominada por el alga verde *Rhypocephalus phoenix*, siendo también abundantes el alga café *Dictyota crenulata* y el alga roja *Amphiora fragilissima*. Los corales escleractinios son escasos, fuera de los transectos de muestreo solo se observaron colonias de tamaño pequeño de las especies *Porites*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*. No se observaron corales gorgonaceos en este ambiente y los peces arrecifales no son abundantes, y en su mayoría son de talla pequeña. La especie más conspicua es el pez lábrido *Thalassoma bifasciatum* (Figura IV:29).



Figura IV:29. Tipo de ambiente denominado Laja con macroalgas (Lam).

- **Transición (Tra)**

Se le denominó ambiente de Transición (Tra) a la porción de laja calcárea que forma una ladera a manera de escalón entre el ambiente de Laja con macroalgas (Lam) y el ambiente de Pastizal somero (Psom). Abarca una superficie 5.33 ha (9.14%) del área de estudio y tiene una profundidad variable entre 8 y 18 pies (3 y 6 metros). La comunidad bentónica son las macroalgas con una dominancia de alga verde *Rhypocephalus phoenix* y abundancia de *Udotea cyathiformis* e *Hypnea cervicornis*. Los corales escleractinios son muy escasos, ya que tan solo se registró una colonia de *Porites astreoides* en los transectos de muestreo y se observaron 4 especies más fuera de las líneas de muestreo. No hubo registro de corales gorgonaceos en este ambiente. Los peces arrecifales no son abundantes; solo se observaron

individuos de talla grande de las especies *Pomacanthus arcuatus*, *Chaetodon ocellatus* y *Acanthurus bahianus* (Figura IV:30).



Figura IV:30. Tipo de ambiente denominado de Transición (Tra).

- **Pastizal somero (Psom)**

Este ambiente está constituido por una pradera de pasto marino a una profundidad promedio de 20 pies (7 metros) y abarca una superficie de 17.11 ha que representa el 29.35% del área de estudio. La comunidad bentónica predominante son los pastos marinos de la especie *Syringodium filiforme* seguida por *Halodule wrightii* y por último *Thalassia testudinum*. No se observaron corales esclerectinios ni corales gorgonaceos. Los peces arrecifales son muy escasos, tan solo se observaron dos especies fuera de los transectos de muestreo, *Halichoeres maculipinna* y *Sparisoma atomarium* (Figura IV:31).



Figura IV:31. Tipo de ambiente denominado Pastizal somero (Psom).

- **Pastizal profundo (Pprof)**

Este ambiente también está constituido por una pradera de pasto marino a una profundidad promedio de 35 pies (11 metros) y abarca una superficie de 4.81 ha que representa el 8.25% del área de estudio. Los pastos marinos también son la comunidad bentónica dominante; sin embargo, a diferencia del Pastizal somero, son dos especies de pasto las dominantes: *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*. No se observaron corales escleractinios ni corales gorgonaceos. Los peces arrecifales son escasos; sin embargo, son comunes los individuos de las especies *Myrichthys breviceps* (morena de cola afilada) y *Urobatis jamaicensis* (pez raya amarilla) (Figura IV:32).



Figura IV:32. Tipo de ambiente denominado Pastizal somero (Psom).

IV.2.2.1 Vegetación

IV.2.2.1.1 Tipos de vegetación

- **Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)**

- a) Distribución y composición de especies

En cuanto a la vegetación marina, se registraron 29 especies pertenecientes a 19 géneros y 5 divisiones, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente. Los dos ambientes de pastizal (**Pprof y Psom**) presentaron las 3 especies de pasto marino más comunes para el Caribe mexicano: *Syringodium filiforme*, *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii*. La comunidad de pastos marinos en el ambiente de Pastizal profundo se encontró dominada por *S. filiforme*, seguida de *H. wrightii*, y con presencia de *T. testudinum*; mientras que en el Pastizal somero se observó una marcada dominancia de *S. filiforme*, con abundancia de *H. wrightii* y presencia de *T. testudinum*. En el ambiente **Lam** se observó una dominancia del alga verde calcárea *Rhipocephalus phoenix*, con abundancia de algas cafés del género *Dictyota* y rojas del género *Amphiroa*. En el ambiente de Transición se observa presencia de pastos marinos, pero en menor abundancia (**Cuadro IV:7**).

Cuadro IV:7. Listado de especies y abundancia relativa de la vegetación marina para el área de estudio.

Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra	
Chlorophyta	<i>Derbesia</i>	<i>sp.</i>	C		E		
		<i>gracilis</i>		E	E		
	<i>Halimeda</i>	<i>incrassata</i>		E			
		<i>opuntia</i>	E	R	R		
		<i>Penicilus capitatus</i>			E		
		<i>Rhipocephalus phoenix</i>	D	E	E	D	
			<i>cyathiformis</i>	E	E	E	A
			<i>fibrosa</i>	E	E	E	
		<i>Udotea</i>	<i>flabellum</i>		E	C	
			<i>spinulosa</i>		R		
			<i>wilsonii</i>	E	R	R	
Phaeophyta	<i>Caulerpa</i>	<i>bartayresiana</i>	C				
		<i>mexicana</i>		E			
	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>		R			
	<i>Dictyota</i>	<i>cavernosa</i>			R		
		<i>crenulata</i>	A	R		C	
	<i>Hypnea</i>	<i>cervicornis</i>				A	
	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>			A	E	
	<i>Sargassum</i>	<i>histris</i>	E				
		<i>polyceratium</i>	C			E	
	<i>Turbinaria</i>	<i>turbinata</i>				E	
Rhodophyta	<i>Amphiroa</i>	<i>fragilissima</i>	A		R		
	<i>Galaxaura</i>	<i>sp.</i>	E				
	<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>		E			
		<i>poiteau</i>	C		R	E	
Magnolipphyta	<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>		D	A		
	<i>Syringodium</i>	<i>filiforme</i>		D	D	D	
	<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>		A	C		
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>			E		
Número de especies			13	17	16	9	

D= Dominante (>20%), A= Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

IV.2.2.1.2 Sitios de muestreo

La caracterización de la biota marina (vegetación y fauna) que existe dentro y frente a la bahía del Muelle Aldora, se llevó a cabo mediante un muestreo intensivo durante el mes de agosto de 2019, donde se abarcó una zona somera menor a 24 pies (<8 metros) de profundidad y una profunda determinada entre los 24 y hasta los 37 pies (8-11 metros).

Mediante inmersiones con equipo SCUBA se obtuvo información en campo para llevar a cabo un análisis de la comunidad de organismos arrecifales a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de los principales grupos taxonómicos

Para tal fin se realizó un muestreo sistemático estratificado, tomando en cuenta el tipo de ambiente por área de muestreo, lo cual está relacionado con la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, et al, 1993 y Padilla, et al., 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con los tipos de ambientes que se reconocieron en la zona.

Por sus características físicas y biológicas, se definieron 4 tipos de ambientes en donde se realizaron los puntos de muestreo. En el **Cuadro IV:8** se presentan los puntos de muestreo aplicados para cada uno de los ambientes.

Cuadro IV:8. Tipos de ambientes identificados para la caracterización de la biota marina en el área de estudio

Tipo de vegetación	Abreviatura	Punto de muestreo
Pastizal Profundo	Pprof	C7, C9, C12
Pastizal Somero	Psom	C4, C6, C11
Laja con macroalgas	Lam	C5
Transición	Tra	C3

El presente estudio contempla los datos obtenidos para un total de 8 transectos de muestreo. La aplicación de un muestreo estratificado por tipo de ambiente permitió tener una mejor representatividad de toda la estructura arrecifal, realizando el levantamiento de datos en un número de transectos distintos para cada ambiente, en función de su extensión y heterogeneidad ambiental. Los sitios de muestreo se representan en la **Figura IV:33** y sus coordenadas geográficas en el **Cuadro IV:9**.

Cuadro IV:9. Referencia geográfica de los sitios de muestreo para el área de estudio.

Punto	X	Y
C3	504,772	2,267,789
C4	504,692	2,267,926
C5	504,958	2,267,911
C6	504,913	2,267,985
C7	504,743	2,268,124
C9	504,898	2,268,291
C11	505,198	2,268,395
C12	505,092	2,268,477

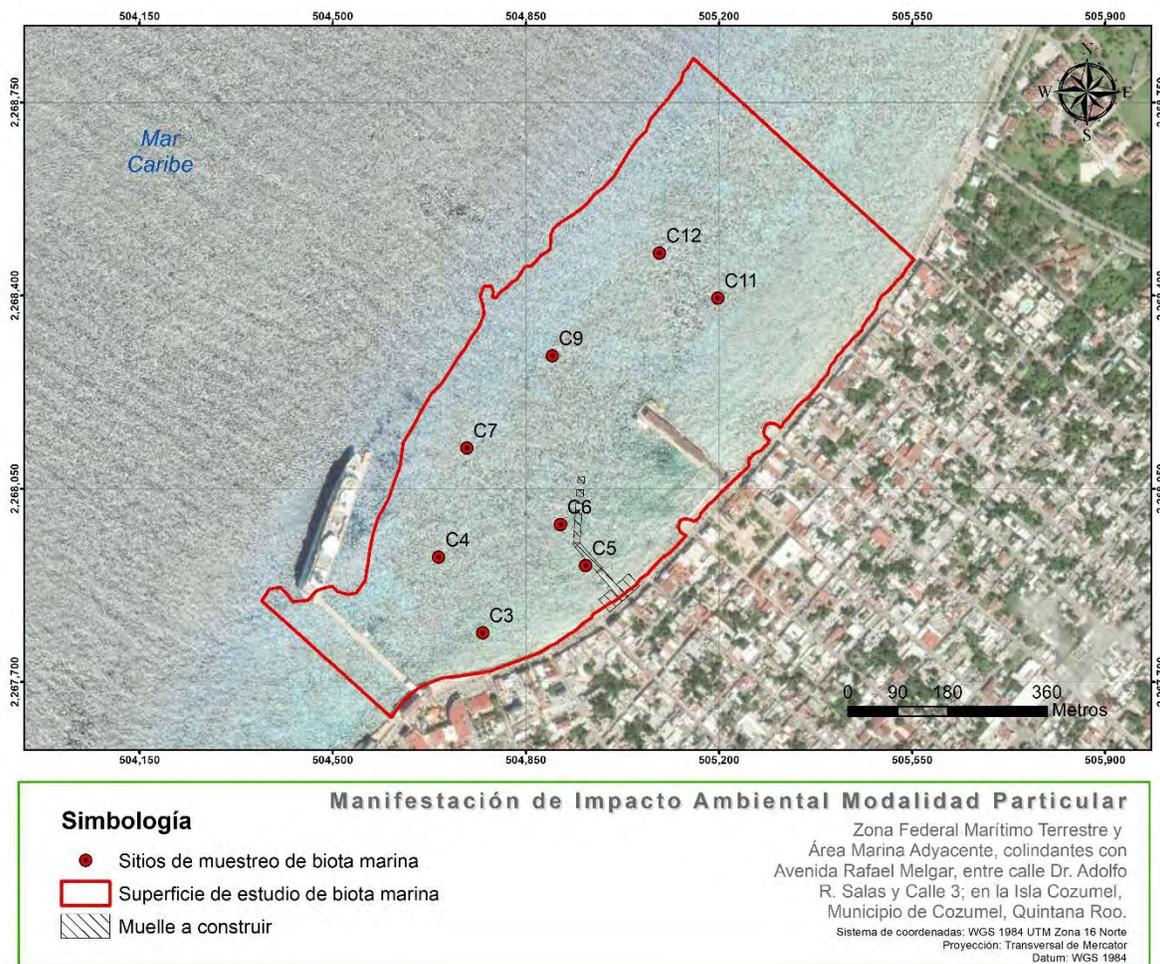


Figura IV:33. Sitios de muestreo dentro del polígono definido para el estudio de biota marina.

El muestreo se llevó a cabo siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe mexicano (Gutiérrez, et al., 1993, 1995; Lara et al. 1994^a, 1994^b, Padilla et al, 1994), empleando transectos de cadena de 20 m de longitud (sensu Loya, 1972) como referencia para estimar la composición específica, distribución,

abundancia y diversidad de los taxa de organismos. Para la vegetación marina (algas y pastos) el transecto fue la referencia para colocar cuadrantes de 625 cm² a cada 5 metros sobre el transecto, para estimar el número de cuadrados de 5 x 5 cm que ocupa cada especie (Figura IV:34).



Figura IV:34. Muestreo de vegetación marina mediante el uso de cuadrantes y transectos.

IV.2.2.1.3 Abundancia y Riqueza específica

Los ambientes con mayor cobertura vegetal son los de Pastizal, con 83% para el Ppro y 62% para el Psom. El ambiente de Transición mostró una cobertura de 45%, y el ambiente de Lam fue el que tuvo menor cobertura del 49%. En cuanto al número de especies, la riqueza específica más elevada también se observó en los ambientes de pastizal (Pprof=17 y Psom=16), seguido del ambiente Lam con 13 especies, y el ambiente de Transición fue el que tuvo el valor más bajo con 9 especies (Figura IV:35).

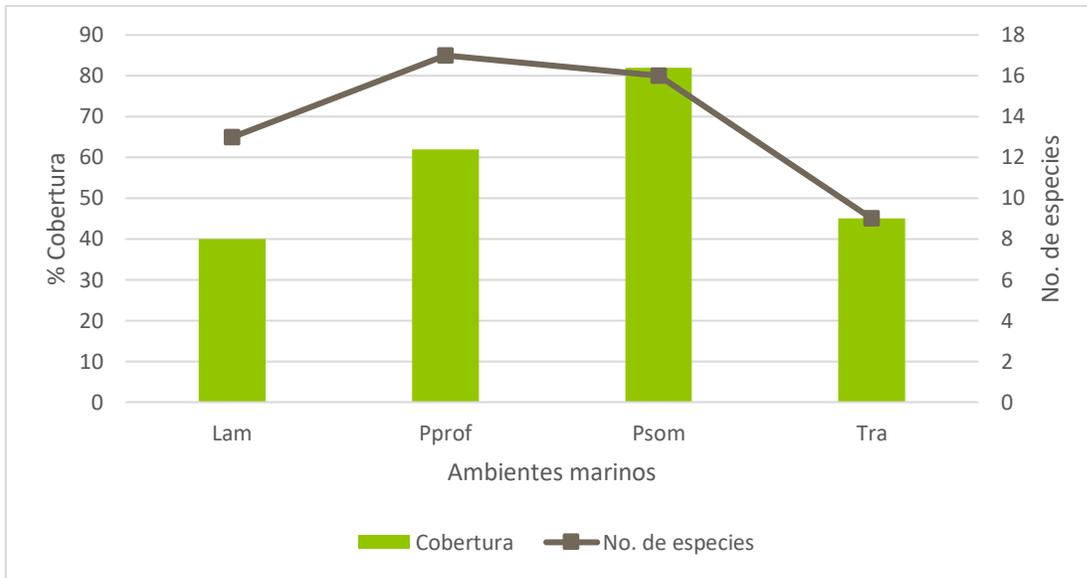


Figura IV:35. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina para el área de estudio.

En cuanto a la cantidad de pastos que representa la cobertura vegetal en cada ambiente se observó que el pastizal profundo los pastos marinos representan el 80% de la vegetación y en el pastelazo somero el 65%. Para el ambiente de transición los pastos marinos representan el 32%, y el ambiente de Lam no hay presencia de pastos marinos (Figura IV:36).

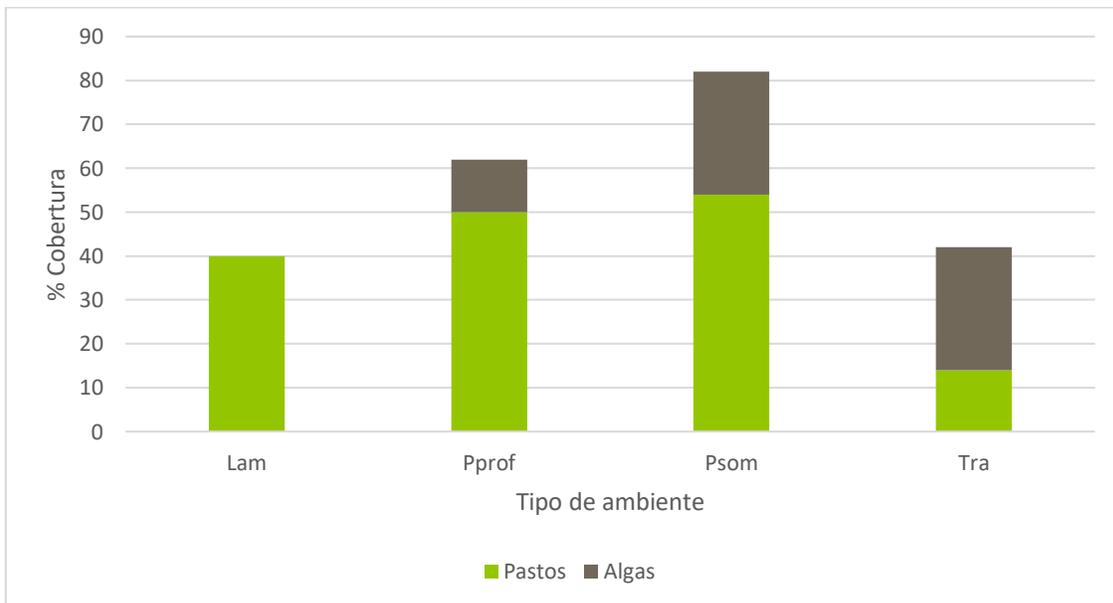


Figura IV:36. Cobertura de pastos marinos y algas por tipo de ambiente

IV.2.2.1.4 Diversidad y Equitabilidad

La diversidad de la vegetación marina es en términos generales baja, teniendo el valor más alto en el ambiente Lam ($H'=2.23$), mientras que el resto de los ambientes tuvieron valores de diversidad H' entre 1.75 y 1.80, debido a la dominancia de las especies de pastos marinos en estos sitios. De igual manera, los valores de equitabilidad fueron bajos para los ambientes de Pastizal ($J'= 0.62$ para Pprof y $J'= 0.68$ para Psom), y un poco más elevados para los ambientes de Transición y Lam ($J'= 0.82$ Y $J'= 0.87$ respectivamente) (Figura IV:37).

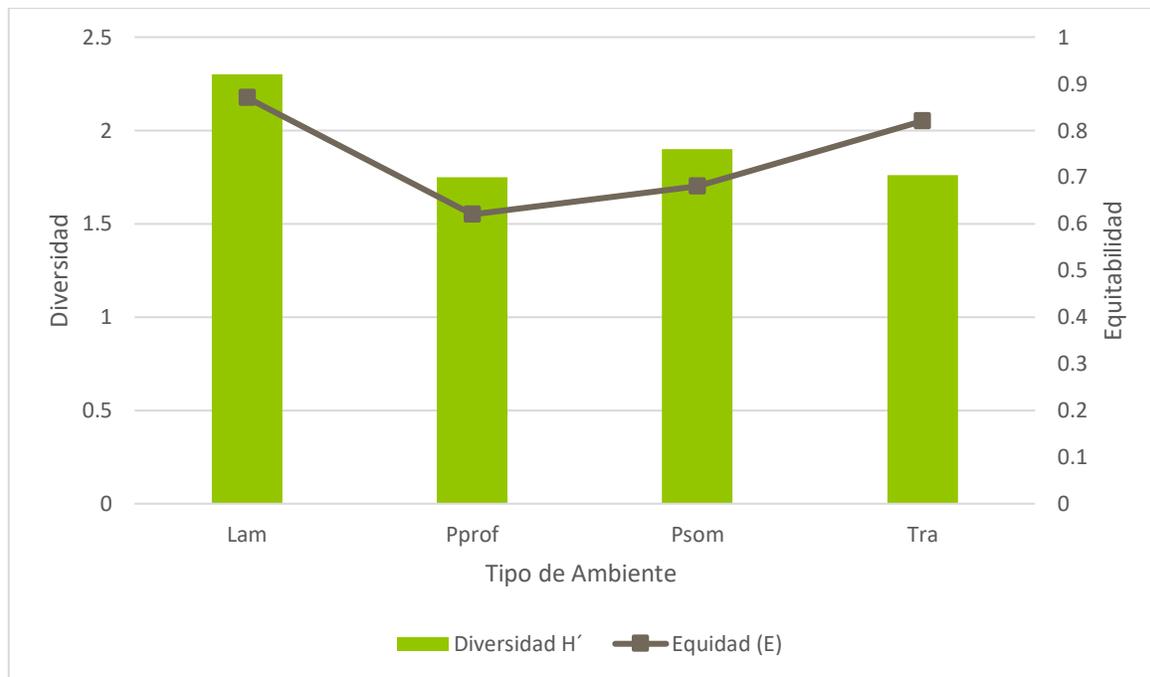


Figura IV:37. Diversidad de vegetación marina para el área de estudio. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.2.2.1.5 Grupos funcionales

Finalmente, el análisis de grupos funcionales para macroalgas muestra un patrón similar para los ambientes de praderas de pastos marinos (Pprof y Psom) con una dominancia de pastos, seguida de una presencia importante de algas verdes calcáreas, como las de los géneros *Rhipocephalus*, *Halimeda* y *Udotea*; y en el caso particular de Psom una presencia importante de algas cafés, debida a la abundancia de algas del género *Dictyota*. El ambiente de Transición, muestra una presencia de pastos marinos, algas cafés y algas verdes calcáreas en proporciones similares. En el caso del ambiente Lam se observa una mayor representación de grupos morfofuncionales, siendo dominantes las algas verdes calcáreas y las algas cafés, con presencia de algas rojas, tanto calcáreas como carnosas. Se registró la

presencia de cianobacterias en el ambiente **Psom**, pero en una proporción muy baja (**Figura IV:38**).

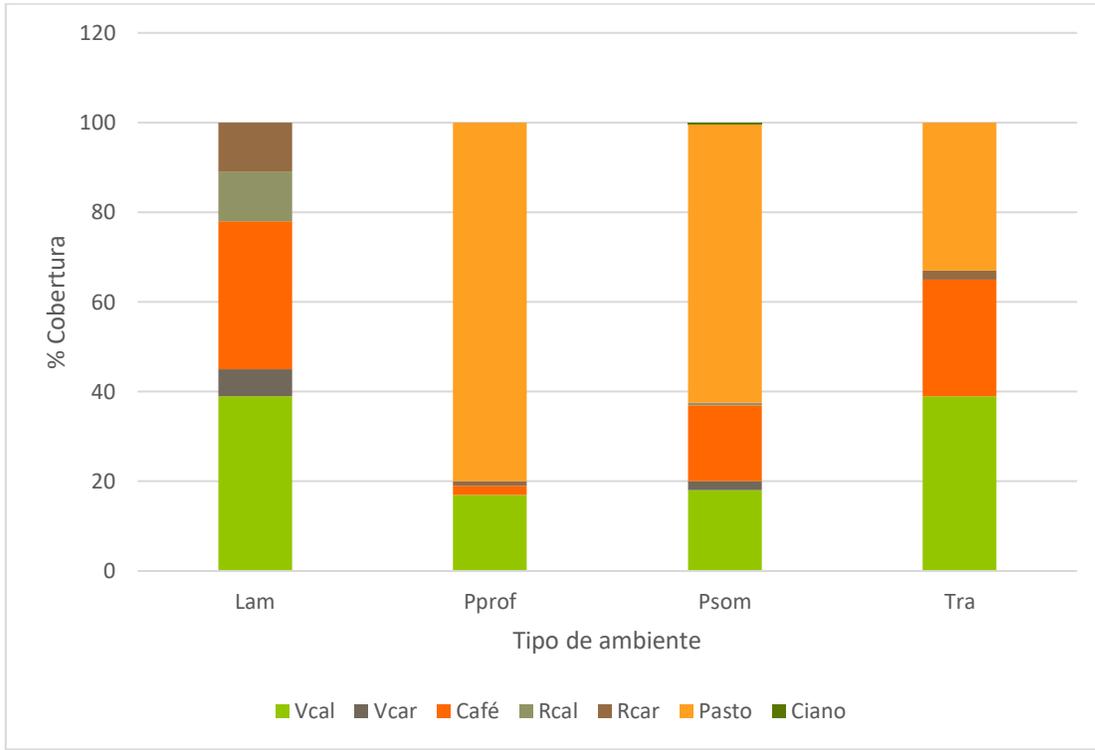


Figura IV:38. Grupos taxonómicos para la vegetación marina para el área de estudio.

Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorofitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas., Ciano=Cianobacterias.

IV.2.2.1.6 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las especies marinas contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron las siguientes (**Cuadro IV:10**):

Cuadro IV:10 Listado de especies marinas contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
	<i>Halodule wrightii</i>	Pasto marino	Amenazada
Magnoliophyta	<i>Syringodium filiforme</i>	Pasto marino de manatí	Amenazada
	<i>Thalassia testudinum</i>	Pasto marino de tortuga	Protección especial

IV.2.2.2 Fauna

IV.2.2.2.1 Fauna terrestre

Aves

El grupo de las aves es el que presenta mayor riqueza entre la fauna terrestre que se encuentra dentro del sistema ambiental. A través del sistema GBIF (2019), se registraron 26,185 individuos y se identificaron 402 especies pertenecientes a 59 familias y 172 géneros. En el **Cuadro IV:11** se presenta el listado de las especies de aves dentro del sistema ambiental.

Cuadro IV:11 Listado de especies de aves que se encuentra en la porción terrestre del sistema ambiental del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Familia	Especie	Registros
Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	134
Emberizidae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	4
Emberizidae	<i>Agelaius phoeniceus pallidulus</i>	4
Threskiornithidae	<i>Ajaia ajaia</i>	1
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	17
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	78
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	110
Emberizidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	2
Emberizidae	<i>Ammodramus savannarum perpallidus</i>	2
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	1
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	1
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	29
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga anhinga</i>	1
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga leucogaster</i>	1
Anatidae	<i>Anser caerulescens</i>	1
Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	372
Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii prevostii</i>	12
Caprimulgidae	<i>Antrostomus badius</i>	10
Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	2
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	10
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	203
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	45
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	296
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres morinella</i>	14
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	24
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	12
Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	15
Anatidae	<i>Aythya americana</i>	3

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	5
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	12
Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	3
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	113
Procellariidae	<i>Bulweria bulwerii</i>	1
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	5
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	36
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	1
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	2
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	13
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	103
Ardeidae	<i>Butorides virescens anthonyi</i>	10
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	2
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	38
Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	1
Scolopacidae	<i>Calidris fuscicollis</i>	5
Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	3
Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	20
Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	12
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	54
Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	10
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	76
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus badius</i>	2
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus salvini</i>	1
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus serico-caudatis</i>	1
Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	2
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	7
Emberizidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	101
Emberizidae	<i>Cardinalis cardinalis saturatus</i>	31
Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	1
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	407
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	6
Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	3
Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	2
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	56
Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus inornatus</i>	10
Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i>	6
Apodidae	<i>Chaetura gaumeri</i>	19
Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	42
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	299
Apodidae	<i>Chaetura vauxi gaumeri</i>	10
Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	3

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	17
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	39
Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	13
Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia wilsonia</i>	3
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	2
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea stictoptera</i>	3
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	4
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii forficatus</i>	6
Trochilidae	<i>Chlorostilbon forficatus</i>	703
Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	1
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	55
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis micromeris</i>	10
Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	7
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	2
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	9
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus occidentalis</i>	3
Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	3
Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	69
Cuculidae	<i>Coccyzus minor cozumelae</i>	1
Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	10
Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius zeledoni</i>	9
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	835
Coerebidae	<i>Coereba flaveola caboti</i>	3
Coerebidae	<i>Coereba vieillot</i>	21
Columbidae	<i>Columba leucocephala</i>	4
Columbidae	<i>Columba livia</i>	256
Columbidae	<i>Columba livia f domestica</i>	1
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	104
Columbidae	<i>Columbina passerina pallescens</i>	12
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	451
Columbidae	<i>Columbina talpacoti rufipennis</i>	1
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	31
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus brachytarsus</i>	11
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	47
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	513
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	4
Cracidae	<i>Crax rubra griscomi</i>	3
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	28
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	18
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris sulcirostris</i>	11
Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	7
Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus carneipes</i>	7

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	1
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas maya</i>	1
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	156
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	5
Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	1
Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa homochroa</i>	1
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	117
Icteridae	<i>Dives dives</i>	40
Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	12
Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	6
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	259
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	80
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	41
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	157
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	67
Ardeidae	<i>Egretta tricolor ruficollis</i>	1
Ardeidae	<i>Egretta tricolor tricolor</i>	3
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	30
Tyrannidae	<i>Elaenia martinica</i>	183
Tyrannidae	<i>Elaenia martinica remota</i>	28
Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	1
Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	2
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	37
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	143
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	23
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	18
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	31
Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	5
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	3
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	429
Fregatidae	<i>Fregata magnificens rothschildi</i>	1
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	158
Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	6
Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	8
Rallidae	<i>Gallinula chloropus cachinnans</i>	9
Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	141
Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	3
Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	5
Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	7
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	160
Parulidae	<i>Geothlypis trichas brachidactylus</i>	2
Cardinalidae	<i>Guiraca caerulea</i>	2

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Cardinalidae	<i>Guiraca caerulea caerulea</i>	6
Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	2
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	1
Parulidae	<i>Helmitheros vermivorum</i>	36
Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus mexicanus</i>	1
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	171
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus mexicanus</i>	3
Hirundinidae	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	4
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	128
Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	9
Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	11
Parulidae	<i>Icteria virens</i>	7
Parulidae	<i>Icteria virens virens</i>	6
Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	8
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	2
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	120
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	3
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	18
Icteridae	<i>Icterus gularis yucatanensis</i>	9
Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	4
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	8
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	16
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	187
Jacanidae	<i>Jacana spinosa gymnostoma</i>	6
Laridae	<i>Larus argentatus</i>	5
Laridae	<i>Larus atricilla</i>	18
Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	15
Laridae	<i>Larus fuscus</i>	7
Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	83
Rallidae	<i>Laterallus ruber ruber</i>	3
Columbidae	<i>Leptotila gaumeri</i>	24
Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	195
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	62
Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	303
Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	1
Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	41
Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	15
Scolopacidae	<i>Limosa fedoa</i>	9
Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	1
Estrildidae	<i>Lonchura punctulata</i>	11
Anatidae	<i>Mareca americana</i>	3
Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	71

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	2
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	77
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons dubius</i>	1
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons leei</i>	20
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	503
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus pygmaeus</i>	20
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	1
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	842
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris cozumelana</i>	2
Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	3
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	983
Mimidae	<i>Mimus gilvus gracilis</i>	2
Mimidae	<i>Mimus gilvus leucophaeus</i>	10
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	261
Emberizidae	<i>Molothrus aeneus</i>	18
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	3
Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	6
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	63
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer platyrhynchus</i>	9
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	129
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus cooperi</i>	12
Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	102
Tyrannidae	<i>Myiobius sulphureipygius</i>	2
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	44
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata placens</i>	41
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	29
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis texensis</i>	1
Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	2
Scolopacidae	<i>Numenius americanus americanus</i>	2
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	2
Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	37
Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	1
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	3
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	67
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis yucatanensis</i>	12
Psittacidae	<i>Nymphicus hollandicus</i>	1
Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	10
Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	89
Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	6
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	9
Cracidae	<i>Ortalis vetula palliventris</i>	5
Cotingidae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	7

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	49
Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	15
Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	139
Parulidae	<i>Parula americana</i>	14
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	8
Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis alaudinus</i>	7
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	25
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	78
Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	127
Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	359
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	6
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	356
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	9
Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	5
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	35
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	26
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus mexicanus</i>	1
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	67
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	7
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	1
Picidae	<i>Picoides scalaris parvus</i>	1
Emberizidae	<i>Piranga olivacea</i>	46
Emberizidae	<i>Piranga roseogularis</i>	27
Emberizidae	<i>Piranga roseogularis cozumelae</i>	18
Emberizidae	<i>Piranga rubra</i>	128
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	125
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus derbianus</i>	3
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	48
Cotingidae	<i>Platypsaris aglaiae</i>	1
Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	4
Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	2
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	147
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	26
Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	2
Poliptilidae	<i>Poliptila albiventris</i>	2
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	611
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea cozumelae</i>	7
Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	24
Rallidae	<i>Porphyryla martinica</i>	1
Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	14
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	13
Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	24

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Hirundinidae	<i>Progne subis subis</i>	5
Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	43
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus mexicanus</i>	2
Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	1166
Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus loweryi</i>	1
Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus mexicanus</i>	2
Rallidae	<i>Rallus crepitans</i>	3
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	1
Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	2
Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	8
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	1
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	1
Laridae	<i>Rynchops niger</i>	18
Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	1
Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	214
Parulidae	<i>Seiurus aurocapillus furvior</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	363
Parulidae	<i>Setophaga caerulescens</i>	48
Parulidae	<i>Setophaga caerulescens caerulescens</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	13
Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	4
Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	163
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	110
Parulidae	<i>Setophaga coronata coronata</i>	24
Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	38
Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	434
Parulidae	<i>Setophaga dominica albilora</i>	5
Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	11
Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	359
Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	350
Parulidae	<i>Setophaga palmarum palmarum</i>	3
Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	27
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	711
Parulidae	<i>Setophaga petechia bryanti</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga petechia erithachorides</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga petechia rufivertex</i>	34
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	672
Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	4
Parulidae	<i>Setophaga tigrina</i>	2
Parulidae	<i>Setophaga tigrina</i>	98
Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	11
Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	151

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Parulidae	<i>Setophaga virens virens</i>	10
Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	25
Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	5
Anatidae	<i>Spatula discors</i>	86
Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	33
Thraupidae	<i>Spindalis zena</i>	226
Thraupidae	<i>Spindalis zena benedicti</i>	45
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	8
Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	23
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	85
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	30
Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	1
Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	3
Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	11
Laridae	<i>Sterna maxima</i>	14
Laridae	<i>Sterna sandvicensis</i>	20
Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	11
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	473
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	4
Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	7
Sulidae	<i>Sula sula</i>	1
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	87
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus brachypterus</i>	8
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	20
Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	13
Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	222
Laridae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	51
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	1
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus yucatanensis</i>	1
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	2
Thraupidae	<i>Tiaris olivacea intermedia</i>	18
Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	516
Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus intermedius</i>	1
Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus olivaceus</i>	11
Cotingidae	<i>Tityra semifasciata</i>	2
Sturnidae	<i>Toxostoma guttatum</i>	59
Sturnidae	<i>Toxostoma longirostre</i>	2
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	24
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	10
Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	25
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	13
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	146

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR
 PROYECTO: MUELLE ALDORA COZUMEL

Familia	Especie	Registros
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon beani</i>	17
Troglodytidae	<i>Troglodytes Vieillot</i>	16
Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	20
Muscicapidae	<i>Turdus grayi</i>	21
Muscicapidae	<i>Turdus grayi tamaulipensis</i>	6
Muscicapidae	<i>Turdus migratorius</i>	1
Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	133
Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	9
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	8
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	550
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus chloronotus</i>	8
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus satrapa</i>	5
Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	18
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	5
Emberizidae	<i>Vermivora chrysoptera</i>	1
Emberizidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	20
Parulidae	<i>Vermivora peregrina</i>	10
Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	1
Vireonidae	<i>Vireo altiloquus barbatulus</i>	1
Vireonidae	<i>Vireo bairdi</i>	382
Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	29
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	6
Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	6
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	102
Vireonidae	<i>Vireo griseus griseus</i>	2
Vireonidae	<i>Vireo griseus noveboracensis</i>	14
Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	509
Vireonidae	<i>Vireo magister magister</i>	6
Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	41
Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	15
Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	2
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	7
Parulidae	<i>Wilsonia citrina</i>	20
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	344
Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	22
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	27
Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	2
Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys gambelii</i>	1
		26,185

Mamíferos

Los mamíferos comprenden el segundo grupo con más riqueza y abundancia dentro de los registrados en el sistema ambiental. Se identificaron 305 individuos de 53 especies, 30 géneros y 16 familias. En el **Cuadro IV:12** se presenta el listado de las especies de mamíferos dentro del sistema ambiental.

Cuadro IV:12 Listado de las especies de mamíferos dentro del sistema ambiental del Proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Familia	Especie	Registros
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	4
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	5
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	58
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus palmarum</i>	2
Phyllostomidae	<i>Artibeus phaeotis phaeotis</i>	3
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	1
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	2
Vespertilionidae	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	1
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	2
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	6
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	1
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	5
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana yucatanensis</i>	17
Molossidae	<i>Eumops bonariensis</i>	1
Mustelidae	<i>Galictis vittata canaster</i>	1
Phyllostomidae	<i>Glossophaga leachii</i>	1
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	1
Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	1
Vespertilionidae	<i>Lasiurus borealis</i>	2
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	2
Phyllostomidae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	3
Phyllostomidae	<i>Mimon bennettii</i>	2
Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	1
Molossidae	<i>Molossus bondae</i>	3
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	1
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	2
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi pilosatibialis</i>	1
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	4
Procyonidae	<i>Nasua narica nelsoni</i>	4
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	1
Natalidae	<i>Natalus stramineus saturatus</i>	1
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	3
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi</i>	2
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi cozumelae</i>	52

Familia	Especie	Registros
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	1
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu nanus</i>	1
Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus</i>	15
Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus cozumelae</i>	29
Procyonidae	<i>Procyon pygmaeus</i>	22
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	1
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>	1
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	4
Cricetidae	<i>Reithrodontomys gracilis gracilis</i>	1
Cricetidae	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	21
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	1
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa parvula aeneus</i>	3
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa tumida</i>	1
Sciuridae	<i>Sciurus deppei deppei</i>	1
Cricetidae	<i>Sigmodon toltecus</i>	3
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	1
Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	1
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1
Total		305

Reptiles

El tercer lugar el riqueza y abundancia entre los grupos de fauna terrestre analizado es el de los reptiles. Se identificó un total de 37 especies de 16 familias y 21 géneros. En el **Cuadro IV:13** se presenta el listado de las especies de reptiles dentro del sistema ambiental.

Cuadro IV:13. Listado de las especies de reptiles dentro del sistema ambiental del Proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Familia	Especie	Registros
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	102
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	14
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei mayensis</i>	109
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei sagrei</i>	2
Sphaerodactylidae	<i>Aristelliger georgeensis</i>	45
Teiidae	<i>Aspidoscelis cozumelae</i>	6
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	20
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	5
Teiidae	<i>Cnemidophorus cozumela</i>	9
Teiidae	<i>Cnemidophorus deppii</i>	5
Teiidae	<i>Cnemidophorus sackii sackii</i>	2

Familia	Especie	Registros
Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	2
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	1
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	26
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis similis</i>	5
Leptotyphlopidae	<i>Epictia goudotii</i>	3
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	2
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	4
Iguanidae	<i>Iguana iguana iguana</i>	14
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	1
Kinosternidae	<i>Kinosternon Spix</i>	2
Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata</i>	7
Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata malleisi</i>	1
Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata yucatanensis</i>	1
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops goudotii</i>	1
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops goudotii phenops</i>	1
Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	2
Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	16
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae Jones</i>	11
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	5
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus lineolatus</i>	3
Colubridae	<i>Tantilla moesta</i>	2
Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	9
Natricidae	<i>Thamnophis proximus rutiloris</i>	3
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	7
Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	1
Total		450

Anfibios

El grupo que presentó menos riqueza y abundancia entre los que conforman la fauna terrestre considerada en la presente MIA-P fue el de los anfibios, con 7 especies, de 2 familias y 5 géneros. En el **Cuadro IV:14** se presenta el listado de las especies de anfibios dentro del sistema ambiental.

Cuadro IV:14. Listado de las especies de anfibios dentro del sistema ambiental del Proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Familia	Especie	Registros
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	2

Bufonidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	1
Bufonidae	<i>Leptodactylus labialis</i>	3
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	5
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	8
Hylidae	<i>Smilisca cope</i>	4
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	3
Total		26

Síntesis de los resultados de riqueza por grupo

En el **Cuadro IV:15** se presenta la síntesis de los datos obtenidos del análisis de riqueza en el sistema GBIF (2019).

Cuadro IV:15. Síntesis de resultados del análisis de riqueza en el sistema ambiental del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Grupo	Especies y subespecies	Familias	Géneros
Aves	402	59	172
Mamíferos	53	16	30
Reptiles	37	16	21
Anfibios	7	2	5

IV.2.2.2.2 Abundancia

Como indicador de las abundancias por especie se usó el número de registros obtenidos en el sistema GBIF (2019), los cuales se presentan en las tablas presentadas el análisis de la riqueza.

En relación a las abundancias por grupo, En el **Cuadro IV:16** se presenta la síntesis de los datos obtenidos del análisis de abundancia en el sistema GBIF (2019).

Cuadro IV:16. Síntesis de resultados del análisis de abundancias por grupos en el sistema ambiental del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Grupo	Especies y subespecies	Registros (individuos)
Aves	402	26,185
Mamíferos	53	305
Reptiles	37	450
Anfibios	7	26

En la **Figura IV:39** se presenta el gráfico de Pareto que señala las especies que presentan mayor abundancia para el grupo de las aves. Se puede observar que *Anthracothorax prevostii*, *Ardea alba*, *Amazona xantholora*, *Amazona albifrons*, *Calidris munutila* son las especies más registradas de este grupo.

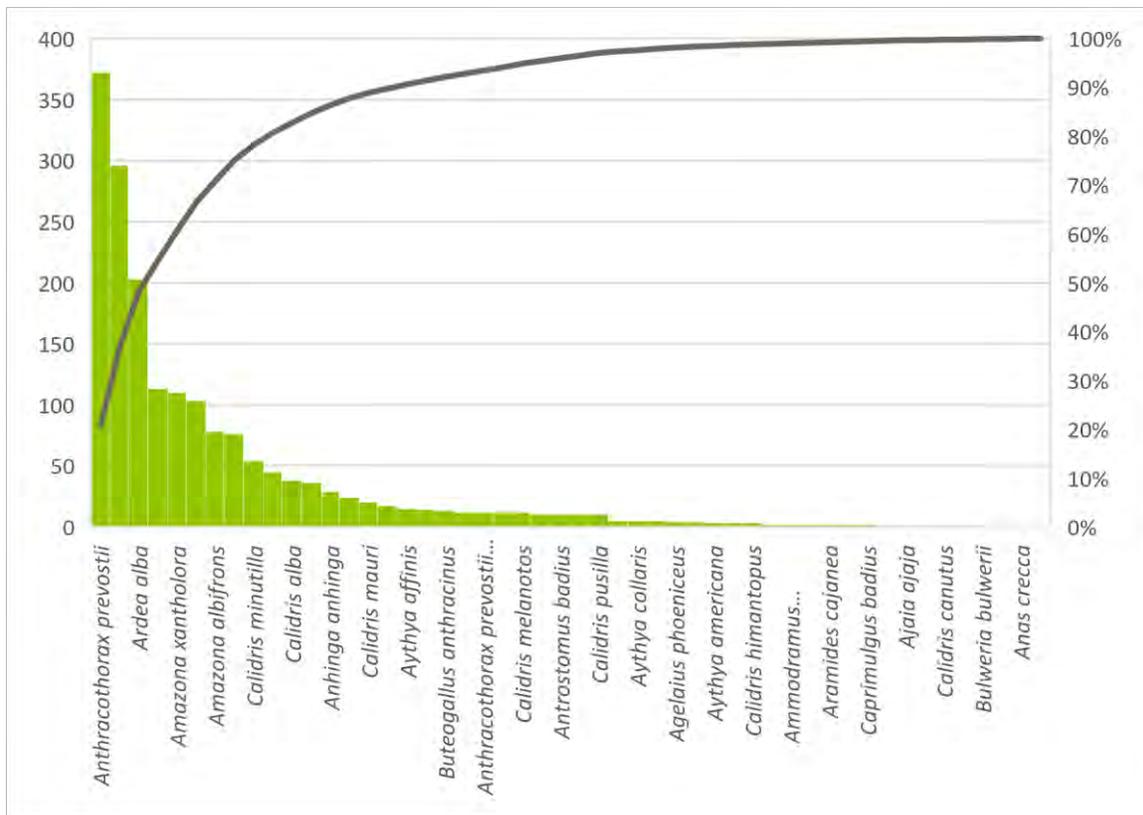


Figura IV:39 Especies de aves más abundantes o registradas de acuerdo al análisis del sistema GBIF

En la **Figura IV:40** se presenta el gráfico de Pareto que señala las especies que presentan mayor abundancia para el grupo de los mamíferos.

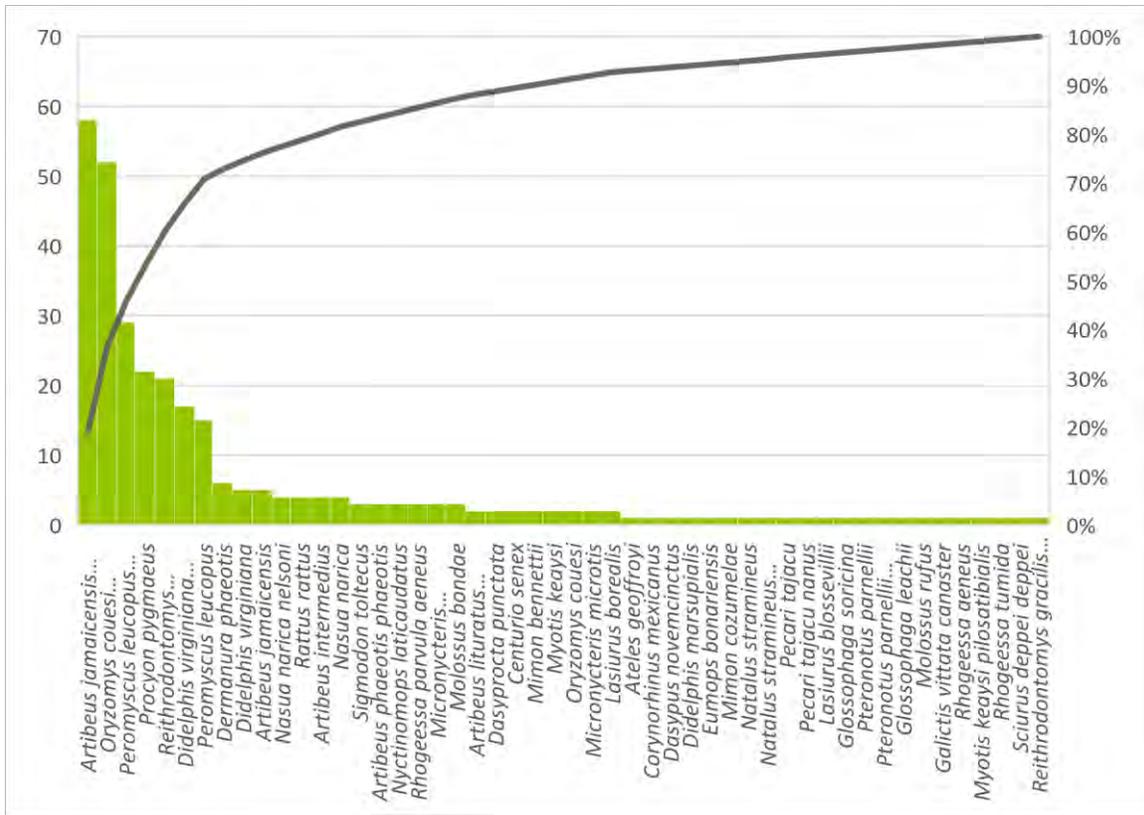


Figura IV:40. Especies de mamíferos más abundantes o registradas de acuerdo al análisis del sistema GBIF

En la **Figura IV:41** se presenta el gráfico de Pareto que señala las especies que presentan mayor abundancia para el grupo de los reptiles. *Aristelliger georgeensis*, *Ctenosaura similis*, *Rhinoclemmys aerolata*, *Iguana* y *Sceloporus cozumelae* representan las 5 especies más registradas de este grupo.

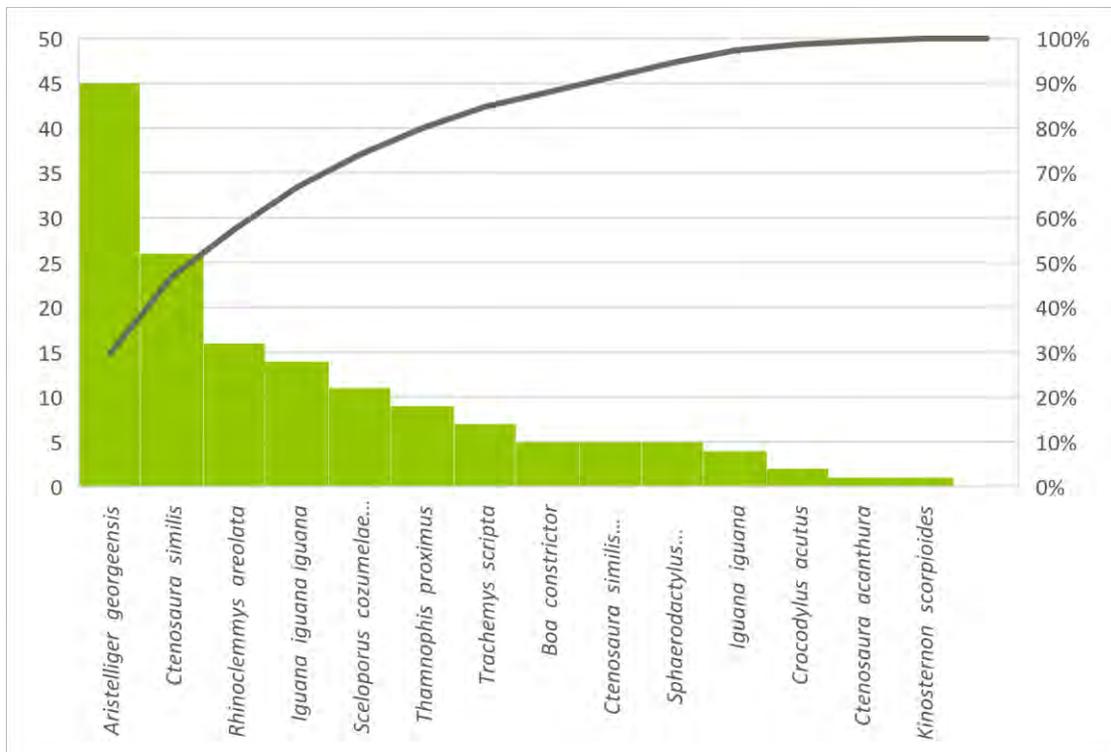


Figura IV:41 Especies de reptiles más abundantes o registradas de acuerdo al análisis del sistema GBIF

En la **Figura IV:42** se presenta el gráfico de Pareto que señala las especies que presentan mayor abundancia para el grupo de los anfibios. Se puede observar que la especie, *Smilisca baudini* es la más registrada en este grupo.

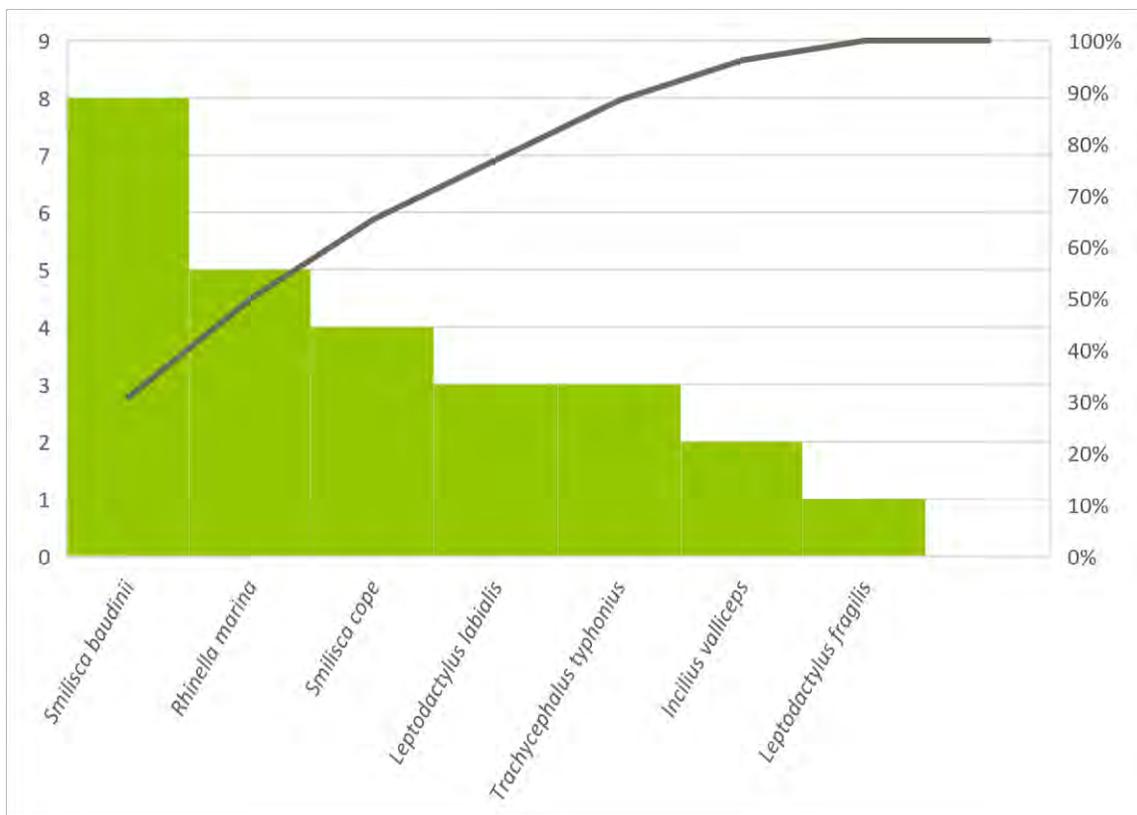


Figura IV:42 Especies de anfibios más abundantes o registradas de acuerdo al análisis del sistema GBIF

IV.2.2.2.3 Indicadores de diversidad

- Índice de Shannon

Según Salinas Márquez, et al. (2016) y (Mora Donjuán, et al. (2017), este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3. Valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3, son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Donde H' es el índice de Shannon, n_i es el número de individuos o abundancia de cada especie (i) y N es el número total de individuos

- Índice de Simpson (diversidad)

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0. Dado que cuanto mayor sea el valor de D , menor es la diversidad, se resta 1 a D para obtener el índice de la

diversidad de Simpson = $1 - D$. El valor de este índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora el valor se incrementa con la diversidad. En ese caso, el índice representa la posibilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies. (Smith & Smith, 2007)

$$1 - D = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde D es el índice de dominancia de Simpson, $1-D$ es su complemento, que es un indicador de la diversidad de la comunidad, n_i es el número de individuos o abundancia de cada especie (i) y N es el número total de individuos.

- Índice de Margalef

Este índice intenta compensar los efectos del muestreo dividiendo la riqueza (número de especies registradas), por N (el número total de individuos en la muestra). Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra; supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=kvN$ donde k es constante; si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S , entonces $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N$$

Donde Mg es el índice de riqueza de Margalef, S es el número total de especies en la comunidad y N es el número total de individuos de la comunidad (Magurran, 2004).

- Índice de Equidad de Pielou (E)

Como medida de heterogeneidad, el índice de Shannon tiene en cuenta el grado de uniformidad en la abundancia de las especies. No obstante, es posible calcular una medida de equidad por separado. La diversidad máxima (H_{max}) que podría ocurrir se encontraría en una situación donde todas las especies tienen igual abundancia, en otras palabras, si $H = H_{max} = \ln S$. Por lo tanto, la relación de diversidad observada a diversidad máxima puede usarse para medir la equidad de la comunidad (E) (Magurran, 2004). El índice de toma valores entre 0 y 1; valores cercanos a 0 indican la dominancia pocas especies, valores cercanos a 1 indican una distribución de especies igualmente abundantes.

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln S}$$

Donde E es el índice de Equidad, H , es el índice de Shannon, H_{max} es el índice de Shannon máximo que puede alcanzar la comunidad en función del número de especies y $\ln S$ es el logaritmo natural del número de especies (S).

En el **Cuadro IV:17** se presenta la síntesis de los resultados obtenidos de los indicadores de diversidad, tomando como base el número de registros del sistema GBIF (2019), correspondientes a la porción terrestre del sistema ambiental del proyecto.

Cuadro IV:17 Índices de diversidad para la porción terrestre del sistema ambiental del proyecto.

	H'	1-D	Mg	E
Aves	4.71	0.98	39.42	0.79
Mamíferos	2.97	0.91	9.09	0.75
Reptiles	2.60	0.87	5.89	0.72
Anfibios	1.79	0.84	1.84	0.92

El grupo más diverso fue el de las aves con un índice de Shannon (H') de 4.71, considerado alto, un índice de Simpson (1-D) de 0.98, un Índice de Margalef (Mg) de 39.42 y un índice de equidad (E) de 0.79. Estos indicadores reflejan altos valores de riqueza, diversidad y uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies. El grupo de los mamíferos presentó una riqueza y diversidad media (H'=2.97; Mg=9.09), pero una alta uniformidad en la distribución de los individuos en las especies (1-D=0.91; E=0.75). Para el caso de los reptiles, su riqueza y diversidad fue media, pero la distribución de los individuos entre las especies, aún puede considerarse alta, ya que presentó valores de H' de 2.60 y de Mg de 5.89 mientras que de 1-D de 0.87 y de E de 0.72. En contraste, los anfibios presentaron niveles de diversidad y riqueza bajos (H'=1.79 y Mg=1.84), pero uniformes en la distribución de los individuos entre las especies (1-D=0.84 y E=0.92).

IV.2.2.2.4 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Aves

En el **Cuadro IV:18** se presenta el listado de las 29 especies de aves catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, indicando su categoría (A= Amenazada, P= Peligro de extinción, Pr= Sujeta a protección especial) y si es una especie endémica (e) o no.

Cuadro IV:18 Listado de especies de aves catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Categoría (Endémica)
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Pr
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	A (e)
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	Pr
Ardeidae	<i>Botaurus lentiginosus</i>	A
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Pr
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	P
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Pr
Columbidae	<i>Columba leucocephala</i>	A

Familia	Especie	Categoría (Endémica)
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	Pr
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Pr
Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Pr
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Pr
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Pr
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Pr
Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Pr
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Pr
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Pr
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Pr
Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	A
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	A
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	A
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Pr
Sulidae	<i>Sula sula</i>	A
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr
Sturnidae	<i>Toxostoma guttatum</i>	P (e)
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon beani</i>	Pr (e)
Vireonidae	<i>Vireo bairdi</i>	A (e)
Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Pr

Mamíferos

En el **Cuadro IV:19** se presenta el listado de especies las 9 de mamíferos catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, indicando su categoría (A= Amenazada, P= Peligro de extinción, Pr= Sujeta a protección especial) y si es una especie endémica (e) o no.

Cuadro IV:19. Listado de especies de mamíferos catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Categoría (Endémica)
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	P
Mustelidae	<i>Galictis vittata canaster</i>	A
Phyllostomidae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	A
Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	A
Procyonidae	<i>Nasua narica nelsoni</i>	A (e)
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi cozumelae</i>	A (e)
Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus cozumelae</i>	A (e)
Procyonidae	<i>Procyon pygmaeus</i>	P (e)
Cricetidae	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	A

Reptiles

En el **Cuadro IV:20** se presenta el listado de las 14 especies de reptiles catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, indicando su categoría (A= Amenazada, P= Peligro de extinción, Pr= Sujeta a protección especial) y si es una especie endémica (e) o no.

Cuadro IV:20. Listado de especies de reptiles catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	NOM-059
Sphaerodactylidae	<i>Aristellige georgeensis</i>	Pr
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	A
Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Pr (e)
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	A
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis similis</i>	A
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Pr
Iguanidae	<i>Iguana iguana iguana</i>	Pr
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr
Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Pr
Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	A
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Pr

Anfibios

No se encontraron especies de anfibios catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2019.

IV.2.2.2.5 Fauna marina

IV.2.2.2.5.1 Método de muestreo

El muestreo se llevó a cabo siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe mexicano (Gutiérrez, *et al.*, 1993, 1995; Lara, *et al.*, 1994a, 1994b, Padilla, *et al.*, 1994), empleando transectos de cadena de 20 m de longitud (*sensu* Loya, 1972) como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales. Para los escleractinios el transecto sirvió para contar el número de eslabones de la cadena que abarcaba cada colonia. Para los gorgonáceos, los peces y los invertebrados, el transecto se usó como referencia para contar el número de organismos presentes a 1 m de distancia del mismo; considerando además la columna de agua en el caso de los peces.

La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó *in situ*. Para los escleractinios se utilizaron las claves y guías de campo Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martínez (1982), Colin (1988) y Humann (1993a). Para gorgonáceos las claves de Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, *et al.* (1983) y Humman (1993b). Para algas se usó la clave visual de Littler *et al.* (1989) y la de Humman (1993a). Para peces se emplearon las claves de Humman (1989), Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984).

Adicionalmente se hicieron mediciones para estimar el tamaño de los organismos y se hicieron anotaciones con respecto a la condición que guardan para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como de la morfología de las colonias. Para llevar a cabo este registro se definieron categorías, de acuerdo al taxón, según como se describe más adelante. Con la información recabada se estimaron 6 parámetros básicos de la comunidad de organismos arrecifales para evaluar la condición actual en que se encuentran y emitir un diagnóstico ambiental del sitio de estudio.

El área de estudio es la misma que se empleó para la identificación de vegetación marina descrito en el apartado de vegetación del presente estudio, así como los mismos sitios de muestreo.

IV.2.2.2.5.2 Caracterización biológica

A continuación, se presenta el análisis de la biota marina en el polígono que conforma el área de estudio, a través de la estimación de los parámetros comunitarios de los grupos taxonómicos ya referidos, por tipo de ambiente.

- **Escleractinios (Corales duros)**

Los corales escleractinios fueron muy escasos en el área de estudio por lo que no fue posible analizar parámetros ecológicos de la comunidad. A continuación, se muestran las especies que se observaron fuera de los transectos en un cuadro de presencia/ausencia (**Cuadro IV:21**).

Cuadro IV:21. Presencia/ausencia de corales escleractinios en el área de estudio.

Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Faviidae	<i>Pseudodiploria</i>	<i>strigosa</i>				*
Merulinidae	<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>				*
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>	*			*
		<i>divaricata</i>				*
		<i>porites</i>	*			
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>siderea</i>	*			*

Número de especies	3	0	0	5
--------------------	---	---	---	---

Es importante mencionar que, aun cuando fueron muy pocos los corales observados durante los muestreos, la enfermedad denominada Síndrome blanco estuvo presente en una colonia de la especie *Pseudodiploria strigosa* (Figura IV:43).

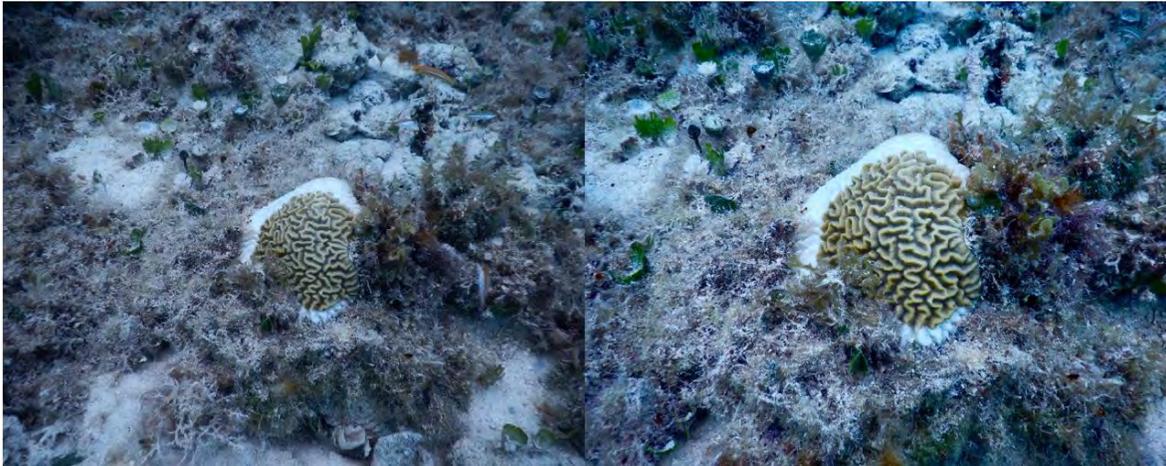


Figura IV:43. Colonia de la especie Pseudodiploria strigosa con presencia de la enfermedad de Síndrome blanco.

Las colonias afectadas por esta enfermedad presentan desprendimiento del tejido vivo que deja el esqueleto blanco expuesto ocasionando la muerte de colonias de gran tamaño en solamente unas semanas. Este síndrome es de reciente aparición y sus causas no se conocen aún. Se especula que posiblemente sea el resultado del nivel del estrés al que se encuentran sometidos los organismos actualmente y que altera el sistema inmune permitiendo la colonización de los corales por diversos agentes patógenos.

- **Gorgonáceos (Corales blandos)**

No se observaron corales gorgonaceos en ninguno de los ambientes del área de estudio.

- **Ictiofauna (Peces arrecifales)**

Se registró un total de 12 especies de peces en los transectos de muestreo. Además, se observaron 5 especies adicionales fuera de las líneas de referencia que se consideraron en el listado de especies, pero no fueron incluidas en los análisis de diversidad y densidad. El número total de especies observadas fue de 17 pero solo se consideraron 12 para los análisis de la comunidad.

El mayor número de especies observadas (9) se registró en el ambiente denominado Transición (Tra), mientras que el menor número de especies (2) se registró en el ambiente de Pastizal somero (Psom). Solo la especie *Sparisoma atomarium* estuvo presente en más de dos de los ambientes definidos, encontrándose en todos los ambientes excepto en el Pastizal profundo (Pprof). Mientras que las especies más raras fueron *Serranus tabacarius*, *Sphoeroides spengleri* y *Caranx ruber*, todas observadas fuera de los transectos de muestreo (Cuadro IV:22).

Cuadro IV:22. Listado de especies y abundancia relativa de peces arrecifales en el área de estudio.

Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>				D
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>ruber</i>		*		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>ocellatus</i>				A
		<i>bivittatus</i>	C			C
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>garnoti</i>		*		*
		<i>maculipinna</i>	E		*	
		<i>radiatus</i>				C
		<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	D		
Ophichthidae	<i>Myrichthys</i>	<i>breviceps</i>		D		
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>				A
Pomacentridae	<i>Stegastes</i>	<i>Partitus</i>	E			*
		<i>atomarium</i>	E		*	C
Scaridae	<i>Sparisoma</i>	<i>Viride</i>	C	*		
		<i>Serranus</i>	<i>tabacarius</i>		*	
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>		*		*
		<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>		D	
Urotrygonidae	<i>Urobatis</i>	<i>jamaicensis</i>				
Número de especies			6	7	2	9

D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Abundancia y riqueza específica

La densidad de peces arrecifales en el área de estudio fue muy variable dependiendo del ambiente. Se encontró que las densidades más altas y también un número alto de especies se registró en los ambientes de Laja con macroalgas (Lam) y Transición (Tra), mientras que en el ambiente de Pastizal somero (Psom) se registró un valor de 0 en cuanto a densidad y riqueza. En el ambiente de Pastizal profundo la densidad fue muy baja, así como la riqueza específica (Figura IV:44).

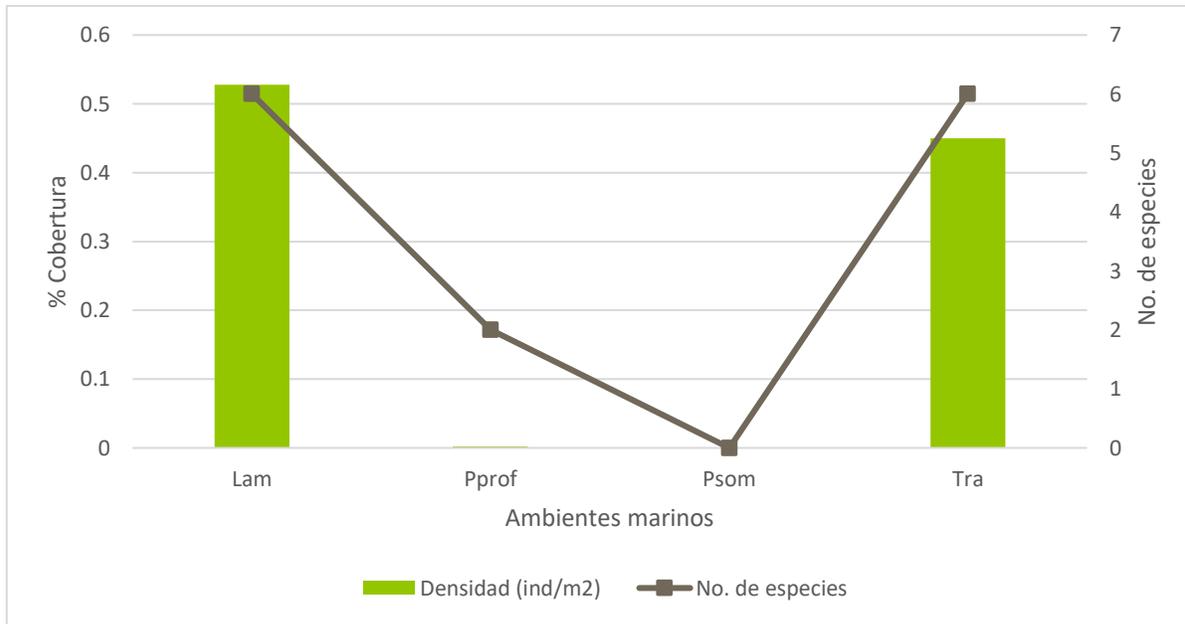


Figura IV:44. Densidad y riqueza específica de peces arrecifales en el área de estudio.

Diversidad y equitabilidad

Los resultados del análisis del índice de diversidad H' y de la Equitabilidad J' muestran que el ambiente con el valor más alto de diversidad fue el de Transición (Tra) seguido por el ambiente de Laja con macroalgas (Lam) y en ambos casos la equitabilidad no fue alta lo que indica cierta dominancia de alguna de las especies presentes. En el ambiente de Pastizal somero no hubo valores de Diversidad y Equitabilidad por la ausencia de individuos durante los transectos de muestreo (**Figura IV:45**).

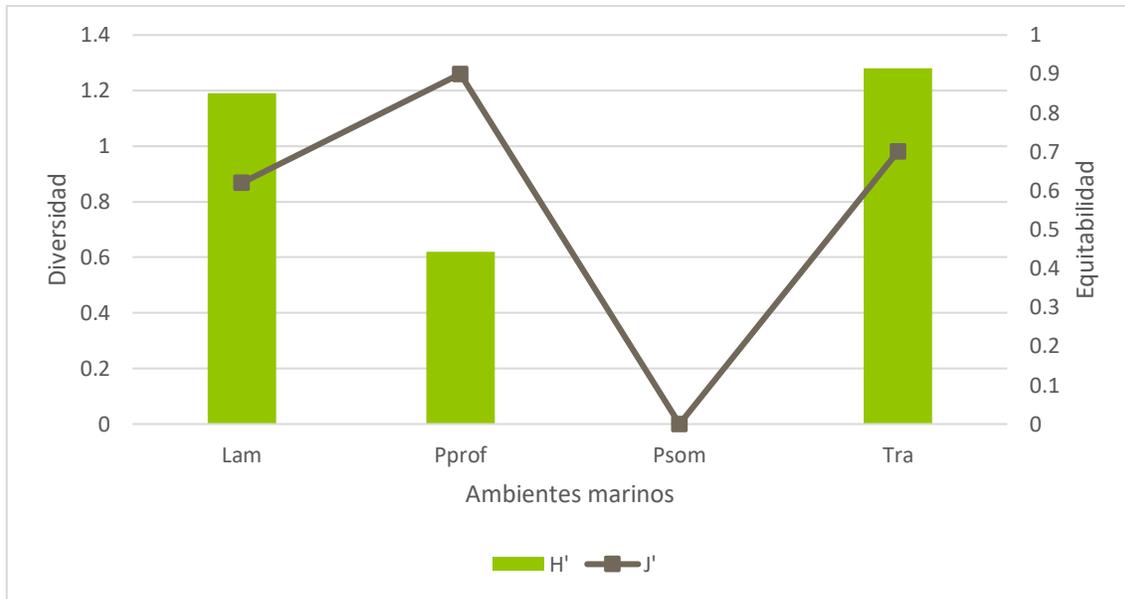


Figura IV:45. Índices de diversidad y equitabilidad en el área de estudio.

Estructura de tallas

En el ambiente de Laja con macroalgas (Lam) la mayoría de los peces registrados fueron de talla pequeña (hasta 10 cm de longitud), mientras que en los ambientes de Pastizal profundo (Pprof) y Transición (Tra) la mayoría de los peces presentaron tallas superiores a 20 cm aunque la densidad en general fue baja (Figura IV:46).

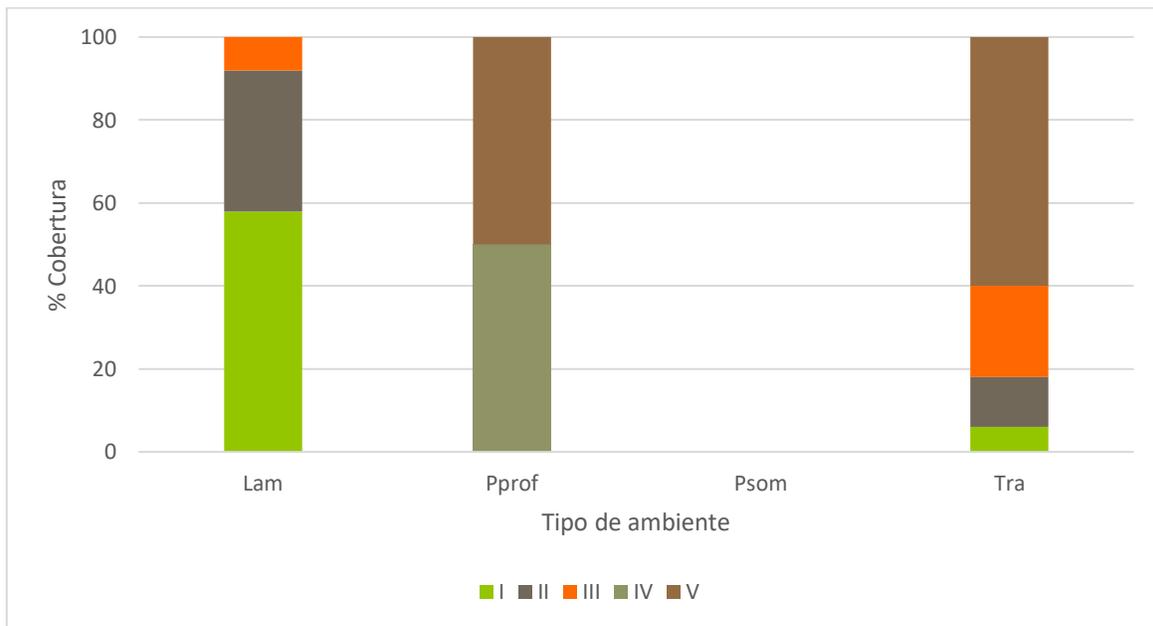


Figura IV:46. Estructura de tallas para peces arrecifales en el área de estudio. I<5 cm, II= 5-10 cm, III= 10-20 cm, IV= 20-30, V>30 cm de longitud.

Grupos funcionales

El grupo trófico más abundante registrado en el área de estudio correspondió a los peces bentófagos, seguido por los herbívoros y por último los omnívoros que estuvieron poco representados. Los peces bentófagos fueron claramente dominantes en casi todos los ambientes en donde se observaron peces arrecifales, presentando frecuencias mayores al 50% con excepción del ambiente de Transición (Tra) en donde los peces herbívoros fueron más abundantes (**Figura IV:47**).

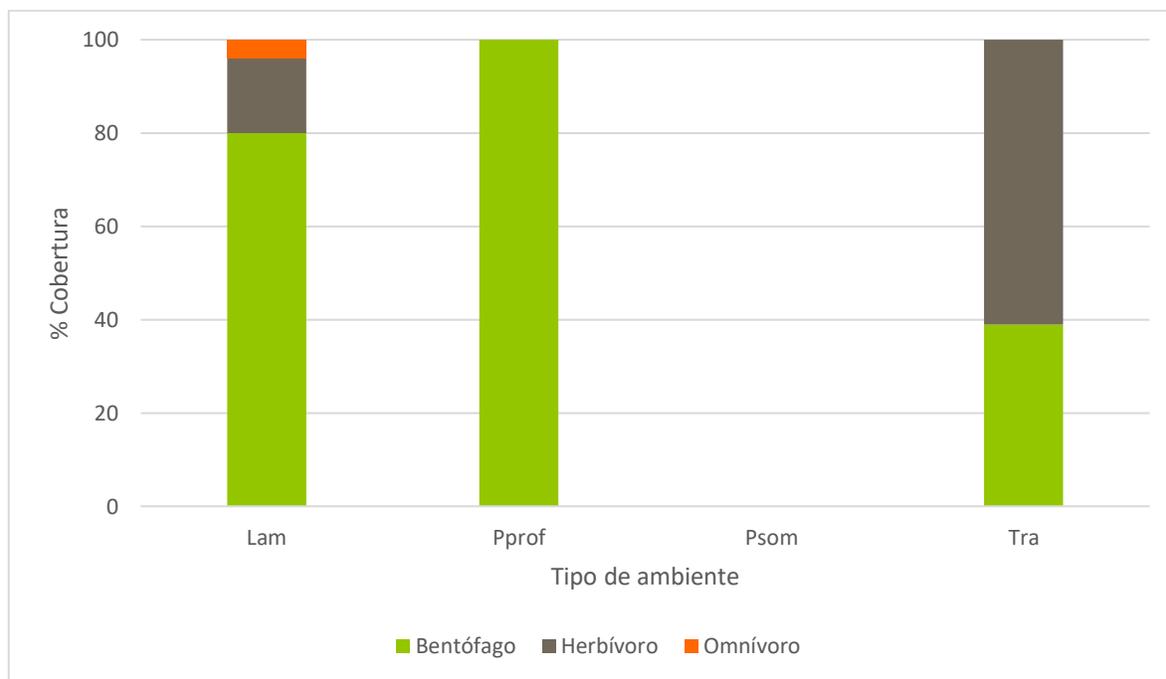


Figura IV:47. Grupos tróficos para peces arrecifales en la zona de estudio.

- **Invertebrados**

Distribución y composición de especies

Se registraron 6 grupos de invertebrados en las cuatro zonas del área de estudio, siendo estos anémonas, crustáceos, equinodermos, esponjas, gusanos y moluscos. Se registró un total de 12 especies de invertebrados, pertenecientes a 12 géneros y 12 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 4 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies registradas fue Psom, con 8 (**Cuadro IV:23**).

Cuadro IV:23. Listado de especies de invertebrados y registro de presencia/ausencia en los ambientes del área de estudio.

Grupo	Familia	Género	Especie	Lam	Pprof	Psom	Tra
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>		E	A	
	Aiptasiidae	<i>Bartholomea</i>	<i>annulata</i>				C
	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>			C	
Crustáceo	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>		A	A	C
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>		C	C	
Equinodermo	Oreasteridae	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>		E		
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>		C		
	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fulva</i>	D			D
	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>	A			
Esponja	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>			C	
			<i>strobilina</i>				C
	Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>			C	
Gusano	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>	C			C
Molusco	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>costatus</i>		D	D	
			<i>gigas</i>		A	D	C
Número de especies				4	7	8	6

Abundancia y riqueza específica

La mayor densidad de invertebrados se registró en el ambiente Lam, con 0.7 ind/m², mientras que la menor se encontró en Psom, con 0.25 ind/m². En lo que se refiere a la riqueza específica, la mayor se encontró en el ambiente Psom, con 8 especies. En situación opuesta, con la menor riqueza específica, se registró el ambiente Lam, con 4 (**Figura IV:48**).

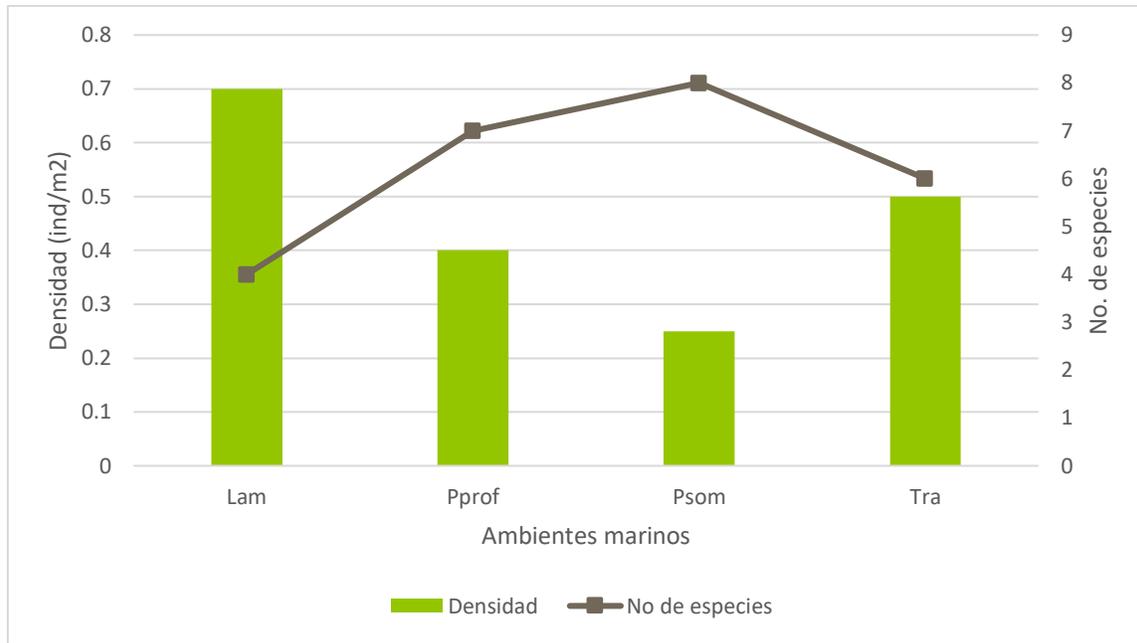


Figura IV:48. Densidad y número de especies de invertebrados en los diferentes ambientes del área de estudio.

IV.2.2.2.6 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

La fauna marina que se encuentra contemplada en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se describe en el **Cuadro IV:24**.

Cuadro IV:24. Listado de especies con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	Coral de estrellas rocoso o masivo	Amenazada
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro semáforo	Protección especial

IV.2.2.2.7 Conclusiones generales del estudio de fauna

Con respecto a la fauna marina, la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, no solo por la escasa cobertura de tejido y bajo número de especies; si no también por la composición de especies ruderales como las del género *Porites* y *Siderastrea*. No se registró ninguna colonia de coral blando o gorgonaceo. Los peces arrecifales son muy escasos, principalmente en las praderas de pastos marinos.

Se observó la presencia de anemonas, cangrejos, estrellas de mar, esponjas y caracoles principalmente en las praderas de pastos marinos con una densidad baja en general. Se detectó la presencia de la nueva enfermedad denominada síndrome blanco en una colonia de coral de crecimiento masivo de la *Pseudodiploria strigosa*.

La intensa navegación y las actividades de fondeo de las embarcaciones, tanto recreativas como de transporte de pasajeros y cruceros en la zona de estudio, pudiera tener un efecto negativo en las poblaciones de invertebrados marinos.

IV.2.3 Paisaje

En el mar Caribe, el turismo es la principal actividad económica dominante de alta demanda, el éxito de la región se debe a la calidad del paisaje, el cual es considerado como elemento natural de alta valoración que motiva el desplazamiento, en ese sentido, el litoral costero se constituye como elemento protagónico del quehacer turístico y de otras actividades económicas. En el Caribe Mexicano se encuentra la isla de Cozumel, la cual es considerada un destino turístico de tipo tradicional, ya que no surgió como resultado de los Centros Integralmente Planeados, su origen fue espontáneo fue previo a la aparición de Cancún en el marco de la planeación del turismo a cargo del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (Palafox, 2015). El natural crecimiento del sistema insular derivó en el incremento poblacional de las últimas décadas, teniendo como resultado que el 52.5% de la población no es nativa (INEGI, 2010). Lo anterior contribuye a la transformación del paisaje, tanto para beneficio de la actividad turística como de la población.

El paisaje es la calidad visual y estética de un territorio y puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes y tiene diferentes formas de percepción como auditiva, visual y olfativa.

El paisaje, es un elemento que utiliza la industria turística para motivar el desplazamiento de personas, aunque la relación de ese lugar turístico con sus residentes, sea distinta a la que el turista espera ante el cambio de escenario, el visitante “encontrará” en el paisaje el elemento que mejor le indicará esa tan deseada ruptura con la percepción visual de lo nuevo y diferente en el transcurso de sus experiencias de viaje. En este sentido, el litoral costero cobra relevancia por sus características naturales, las playas cuentan con gran valoración por parte del visitante, asumiendo gran protagonismo para el desarrollo de la actividad turística (Benseny, 2006).

La zona donde se pretende desarrollar el Muelle Aldora Cozumel colinda con el muelle Fiscal de Cozumel y la Terminal Marítima de Cruceros, prácticamente es un área que paisajísticamente ha sido modificada por la actividad turística, sobre todo para turismo de cruceros obligando a la creación de infraestructura portuaria, lo cual atrae a otros servicios con las que se ha transformado el litoral costero, como ejemplo de ello en cada muelle existe una plaza comercial que da servicio directamente al turista de cruceros.

Para llevar a cabo una valoración del paisaje actual en la zona del muelle existente, donde se llevará a cabo el proyecto, se implementó un método indirecto de valoración de categorías estéticas utilizado por el Bureau of Land Management de los Estados Unidos (1980)¹³, citado por (Viñals, 2002)¹⁴. En el cual se valora en un paisaje aspectos como la morfología, vegetación, existencia o no de agua, color, rareza, entre otros, asignando unos valores ya establecidos para cada uno de ellos según se propone en el **Cuadro 25**.

Cuando se suman las diferentes puntuaciones se pueden establecer tres intervalos de los valores según la calidad visual, de tal forma que los paisajes con puntuación entre 19 y 33 son considerados de máxima calidad, los paisajes entre 12 y 18 de calidad media y entre 0 y 11 de calidad baja.

Valor Calidad = morfología + vegetación + agua + color + fondo escénico + rareza + acción antrópica.

Cuadro 25. Criterios para la evaluación de la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios	Valor sin el proyecto	Valor con el proyecto
Morfología	Relieve con pendiente muy marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	5	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	3	3
	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.	1	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	5	5
	Cierta variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	3	3
	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	5	5
	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.	3	3
	Ausente o inapreciable.	0	0
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve	5	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	3	3
	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1	1

¹³ Bureau of Land Management. 1980. Visual Resource Management. Government Printing Office. Washington D.C.

¹⁴ Viñals, M. J., 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. ed. s.l.:s.n.

Componente	Criterios	Valor sin el proyecto	Valor con el proyecto
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	6	6
	Característico, aunque similar a otros en la región	2	2
	Bastante común en la región	1	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	2	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	0	0
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica	0	0

Fuente: Bureau of Land Management (1980).

Como resultado de la valoración del paisaje con los parámetros descritos en el cuadro anterior se observa que, la línea de costa donde se instalara el muelle, presenta una calidad del paisaje media, con un valor de 18. Al implementar el proyecto, se prevé una calidad del paisaje mayor, ya que el valor de Calidad del Paisaje con el proyecto sería de 19 (**Cuadro 26 y Figura 1**).

Cuadro 26. Resultados de la valoración de la calidad del paisaje de acuerdo con el método BLM (1980).

Factor	Valor de Calidad del Paisaje sin el proyecto	Valor de Calidad del Paisaje con el proyecto
Morfología	1	1
Vegetación	3	3
Agua	5	5
Variabilidad cromática	3	3
Fondo escénico	3	3
Singularidad o rareza	1	2
Acción antrópica	2	2
Total	18	19

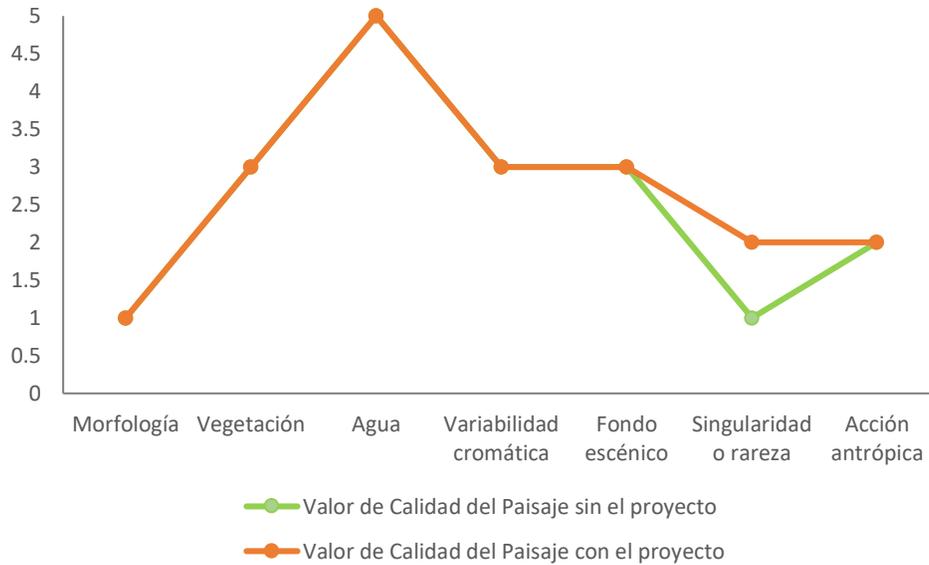


Figura 49. Representación gráfica de la calidad escénica del paisaje de la línea de costa

Otro parámetro considerado para la valoración del paisaje es la capacidad de absorción del mismo, el cual según Viñals (*Op. Cit.*), es el concepto inversamente proporcional u opuesto a la “fragilidad o vulnerabilidad” visual y se puede medir a en función de la valoración de factores como la pendiente, la diversidad de la vegetación, la estabilidad y erosionabilidad del suelo, la regeneración potencial de la vegetación, etc., a través de la expresión propuesta por Yeomans (1986)¹⁵.

$$CAV = P * (D + E + V + R + C)$$

Donde:

P = Pendiente

D = Diversidad de vegetación

E = Erosionabilidad

V = Actuación humana

R = Potencial

C = Contraste de color

La escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción del paisaje define tres categorías: Baja (CAV < 15), Media (CAV > 15 y <30) y Alta (CAV > 30). La valoración nominal y numérica para las variables descritas se presente en el **Cuadro 27**.

Cuadro 27. Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.) de la línea de costa

¹⁵ Yeomans, W., 1986. Visual Impact Assesment: Changes in natural and rural environment. New York: Jonh Wiley and sons.

Factor	Características	Valores de C.A.V.		C.A.V.
		Nominal	Número sin proyecto	Número con proyecto
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente>55%)	Bajo	1	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente)	Alto	3	3
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2	2
	Diversificada	Bajo	1	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3	3
Contraste de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2	2
	Contraste visual alto	Alto	3	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3	3
	Potencial moderado	Moderado	2	2
	Potencial alto	Bajo	1	1
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3	3
	Presencia moderada	Moderado	2	2
	Casi imperceptible	Bajo	1	1

Fuente: Yeomans (1986)

En el **Cuadro 28** y en la **Figura 2** se presentan los valores que posee el predio para cada uno de los parámetros que definen la capacidad de absorción visual sin el proyecto, en comparación con la capacidad de absorción visual con el proyecto. Los resultados muestran que la capacidad de absorción visual con el proyecto sería mayor que sin el proyecto al pasar de 33 a 36.

Cuadro 28. Valores de la capacidad de absorción visual de la línea de costa.

FACTOR	VALOR DE C.A.V. (sin el proyecto)	VALOR DE C.A.V (con el proyecto)
Pendiente	3	3
Diversidad de vegetación	2	2
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	3	3
Contraste de color	2	2
Potencial estético	1	2
Actuación humana	2	3
Total	33	36

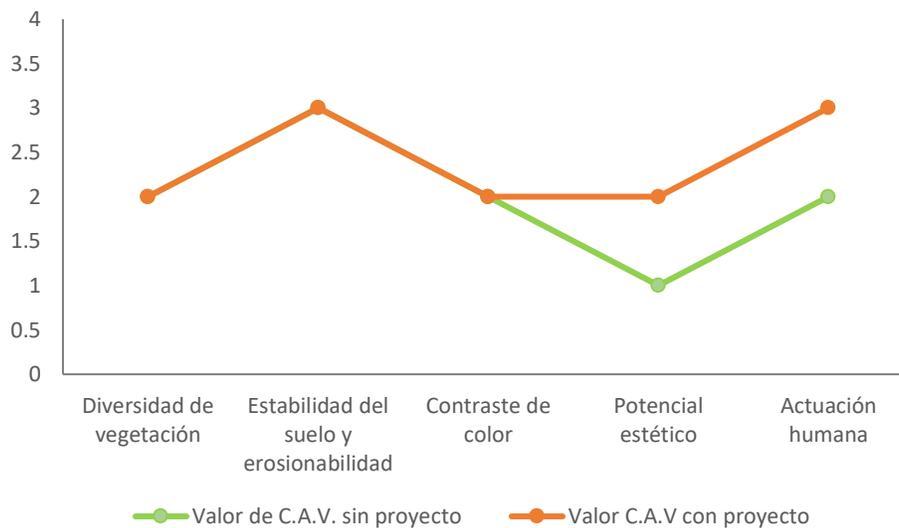


Figura 50. Capacidad de absorción visual en la línea de costa.

NOTA: Valor de la pendiente: 3, con y sin proyecto

Con referencia a la valoración obtenida de la calidad escénica del paisaje presente en la línea de costa, esta tiene una calidad media; con respecto a su capacidad de absorción visual, esta tiene una capacidad alta. Las ponderaciones se elevan con el desarrollo del proyecto obteniendo una calidad escénica del paisaje máxima y una capacidad de absorción alta. El desarrollo del proyecto mejoraría por presentar valores más altos que las condiciones originales, esto debido a la actividad que se pretenden desarrollar. Actualmente la isla de Cozumel tiene un potencial desarrollo turístico, lo cual ha obligado al desarrollo de mejores condiciones y servicios para el turista, obteniendo así la modificación de su entorno litoral con la construcción de marinas o muelles.

IV.2.4 Medio Socioeconómico

El Sistema Ambiental abarca la zona urbana del Municipio de Cozumel, por lo cual a continuación se describe las características socioeconómicas y socioculturales del Municipio, la presente información fue extraída del Panorama sociodemográfico de Quintana Roo (INEGI, 2015).

- **Demografía**

El municipio de Cozumel es el cuarto más poblado del Estado de Quintana Roo, con referencia al Panorama Demográfico de 2015, se tiene una proyección de 86,415 habitantes que representan el 5.8% de la población estatal. Existen 97 hombres por cada 100 mujeres, la edad media de la población es de 27 años o menos. Existen 48 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva. Existe una densidad de población de 177.1 hab/km².

- **Vivienda**

Hay en total 24,147 viviendas particulares habitadas, que representan el 5.5 % del total estatal. El promedio de ocupante por vivienda es de 3.6 y un promedio de ocupante por cuarto es de 1.3. La disponibilidad de servicios en las viviendas se describe a continuación: el 92.8% cuenta con agua entubada, 99% tiene drenaje, 99.4% cuenta con servicio sanitario y el 99.6% dispone de electricidad. El 44 % de las viviendas son propias, el 38.1 % son alquiladas y un 15.1 % son de familiares o prestadas. Con referencia a la disponibilidad de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) el 45.4 % de las viviendas cuentan con el servicio de internet y el 72.9 % cuenta con una televisión.

- **Educación**

De la población con edad igual o mayor a 15 años, el 52.9 % cuenta con la educación básica, 27.6% con educación media superior, 15 % con educación superior y un 4.2% no cuentan con escolaridad. Se tiene una tasa de alfabetización de 98.3% para el grupo de edad de 15 a 24 años y 94.7% para el grupo de edad de 25 años y más.

- **Características económicas**

La población económicamente activa de 12 años y más es de 59.7% del total de la población, de la cual el 37.4% es mujer y el 62.6 % son hombres. El 40.1% corresponde a la población no económicamente activa, de este total el 32.7% corresponde a estudiantes, 45.1% a personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 5.9% jubilados o pensionados, 2.6% personas

con alguna limitación física o mental que les impide trabajar y el 9.2% a personas involucradas en otras actividades no económicas.

La economía de Cozumel gira en torno al turismo, a un turismo de calidad basado sobre todo en los cruceros. Cozumel cuenta con el Puerto de cruceros más grande del país. La forma mayoritaria de ingresos de esta isla es el turismo y, en mucha menor medida, la pesca o la agricultura.

Además de los cruceros, la mayor oferta turística de Cozumel es el submarinismo, snorkell o buceo, una actividad que se nutre de los maravillosos fondos marinos de esta región, de sus aguas cristalinas y de su abundante flora y fauna.

Dentro del sector turístico, el más grande e importante como fuente de ingresos y medio de vida de la isla, destaca el turismo de cruceros que pasan jornadas en este paraíso visitando las principales atracciones de la isla.

- **Salud**

La población afiliada a algún servicio de salud es del 84.2%, de la cual el 51.3% cuenta con la afiliación al Instituto Mexicano del Seguro Social, el 31.7% con la afiliación al Seguro Popular, 11.0% al ISSSTE, un 2.1% antes instituciones como PEMEX, Defensa Nacional o Marina y el 4.2 % cuenta con un servicio de seguro privado.

IV.2.4.1 Factores socioculturales

- **Situación conyugal**

De la población mayor a 12 años, el 39.1% se encuentra en situación de casada, 32.7% soltera, 17.3% en unión libre, el 5.2% se encuentra separada, 2.2% divorciada, y 3.2% viuda.

- **Etnicidad**

Del total de la población de Cozumel, el 38.17% de la población se considera indígena y un 0.39% se considera afrodescendiente. La población mayor a 3 años correspondiente el 11.66 % habla alguna lengua indígena de los cuales el 0.09% no hablan español.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El proyecto se ubica en un área conocida como Canal de Cozumel, cuyo uso predominante es el de tránsito marino y portuario. Colinda con un litoral rocoso en cuya porción terrestre se localiza la zona urbana de Cozumel. Estas circunstancias hacen que la zona se encuentre afectada por actividad humana.

El Muelle Aldora Cozumel pretende localizarse sobre la zona protegida que ofrece Isla Cozumel con una corriente influenciada por la corriente del canal de Yucatán, no obstante, en la plataforma continental (donde se encuentra el proyecto), las corrientes son locales, de baja intensidad y con recirculaciones. El oleaje sobre muelle Aldora es de poca altura y proviene mayormente del Noroeste producto de la punta norte de Cozumel y de la protección que ofrece el muelle de Punta Langosta que además de proteger, junto con la costa dura y cruce de embarcaciones, se crea oleaje de resonancia. La zona cuenta con algunos cordones de arena con un fondo mayormente conformado por laja.

Actualmente, en el sitio donde se pretende ubicar el Muelle Aldora Cozumel, existe una estructura que presenta un colapso en una de las plataformas perpendiculares a la pasarela principal, que conforman un muelle tipo "T", el cual permanecería sin la funcionalidad necesaria para los servicios de atraque y pernocta de embarcaciones.

En el área de estudio se reconocieron cinco tipos de ambientes, pero solo cuatro de ellos fueron caracterizados: laja con macroalgas, transición, arenal (no caracterizado por motivos de seguridad), pastizal somero, pastizal profundo (ausente en el área donde se pretende construir el muelle) e infraestructura. En cuanto a la vegetación marina, se registraron 29 especies pertenecientes a 19 géneros y 5 divisiones, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente. Los dos ambientes de pastizal (Pprof y Psom) presentaron las 3 especies de pasto marino más comunes para el Caribe mexicano: *Syringodium filiforme*, *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii*. La comunidad de pastos marinos en el ambiente de Pastizal profundo se encontró dominada por *S. filiforme*, seguida de *H. wrightii*, y con presencia de *T. testudinum*; mientras que en el Pastizal somero se observó una marcada dominancia de *S. filiforme*, con abundancia de *H. wrightii* y presencia de *T. testudinum*. En el ambiente Lam se observó una dominancia del alga verde calcárea *Rhipocephalus phoenix*, con abundancia de algas cafés del género *Dictyoya* y rojas del género *Amphiroa*. En el ambiente de Transición se observa presencia de pastos marinos, pero en menor abundancia.

Con respecto a la fauna marina, la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, no solo por la escasa cobertura de tejido y bajo número de especies; si no también por la composición de especies ruderales como las del género *Porites* y *Siderastrea*. No se registró ninguna colonia de coral blando o gorgonáceo. Los peces arrecifales son muy escasos, principalmente en las praderas de pastos marinos. Se observó la presencia de anémonas, cangrejos, estrellas de mar, esponjas y caracoles principalmente en las praderas de pastos marinos con una densidad baja en general. Se detectó la presencia de la nueva enfermedad denominada síndrome blanco en una colonia de coral de crecimiento masivo de la *Pseudodiploria strigosa*. La intensa navegación y las actividades de fondeo de las

embarcaciones, tanto recreativas como de transporte de pasajeros y cruceros en la zona de estudio, pudiera tener un efecto negativo en las poblaciones de invertebrados marinos.

En relación a la economía de la zona de influencia del proyecto, la actividad económica principal en la zona es el turismo, específicamente, el turismo de cruceros y en mucho menor medida también están presentes la pesca y la agricultura.

En síntesis, el sistema ambiental en el que se pretende la localización del sitio presenta actualmente condiciones adecuadas para el desarrollo del proyecto, dadas las características de los aspectos abióticos y bióticos del mismo, así como las tendencias de desarrollo, deterioro y las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos previstos en el área propuesta para la construcción del Muelle Aldora, es la propuesta por Conesa Fernández (1997)¹⁶ y Gómez (1999)¹⁷, que consiste primero en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. En los siguientes apartados se describe la metodología general empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto. En el anexo relacionado con la metodología, se describe el método propuesto con mayor detalle.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el Medio Ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operados con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámico otros, etc. Hay que destacar que la mayoría de estos métodos fueron elaborados para proyectos concretos, resultando por ello complicada su generalización, aunque resultan válidos para otros proyectos similares a los que dieron origen al método en cuestión.

La clasificación de los métodos más usuales responde al siguiente esquema (Conesa, 1997)

Sistemas de red y gráficos

- Matrices causa-efecto (Leopold), y Listas de chequeo
- CNYRPAB

¹⁶ Conesa Fernández. 1997. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, España.

¹⁷ Gómez Orea. 1999. *Evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, España.

- Bereano
- Sonrensen
- Guías metodológicas del M.O.P.U.
- Banco Mundial

Sistemas cartográficos

- Superposición de transparentes
- Mc Harg
- Tricart
- Falque

Análisis de sistemas

Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación

- Holmes
- Universidad de Georgia
- Hill-Schechter
- Fisher-Davies

Métodos cuantitativos

- Batelle-Columbus
- Conesa

V.1.1.1 Indicadores de impacto

De acuerdo con (Estevan, 1984), llamamos Indicador de Impacto Ambiental, al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud de impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, el cuantitativo.

Algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras otros emplean conceptos de valoración calificativos, tales como “excelente”, “muy bueno”, “bueno”, “regular”, “deficiente”, “nulo”, entre otros. Para cada indicador de impacto, es preciso disponer de una función de valores asociada, que permita establecer la Calidad Ambiental en función de la magnitud de aquél.

V.1.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

La metodología que se empleó en el presente proyecto, es el método cuantitativo de (Conesa, 1997); este modelo tiene como objetivo establecer, en primer lugar y a través de los factores ambientales considerados, los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de los mismos, transformando estos valores en magnitudes representativa, no de su alteración, si no de su impacto neto sobre el Medio Ambiente; a continuación se describen los criterios de evaluación e implicaciones correspondientes a este metodología, aplicada en el proyecto “Muelle Aldora Cozumel”.

V.1.1.2.1 Criterios

De acuerdo con la metodología aplicada, el valor de importancia del impacto ambiental se establece mediante su valoración cualitativa en función de diferentes criterios o atributos del impacto los cuales son: naturaleza (NA), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (RC). Estos criterios se describen de forma detallada en el anexo relacionado con la descripción de la metodología empleada. En el **(Cuadro V:1)** se presenta la descripción de cada uno de los atributos.

Cuadro V:1. Descripción de atributos de la matriz de importancia (Conesa, 1997).

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	ESCALA	
Signo	Benéfico (+)		
	Perjudicial (-)	-	
	Previsible, difícil de cuantificar (x)		
Intensidad (I)	Grado de incidencia de la acción sobre el factor. Valor máximo 12 expresa destrucción total, valor mínimo 1 acción mínima	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
Extensión (EX)	Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
		Total	8
		*Crítica	+4
Momento (MO)	Plazo de manifestación del impacto, tiempo transcurrido desde la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor	Largo plazo (> 5 años)	1
		Mediano plazo (1-5 años)	2
		Corto plazo (Inmediato)	4
		*Crítico	+4
Persistencia (PE)	Permanencia del efecto desde su aparición, a partir del cual el factor afectado retomaría a las condiciones iniciales. Dónde: t_o - momento de aparición de la acción t_r -momento de finalización de la acción t_j - momento de inicio de la manifestación del efecto t_r -momento de retorno (desaparición del efecto)	Fugaz (< 1 año)	1
		Temporal (1-10 años)	2
		Permanente ($t_p = t_r - t_j > 10$ años)	4

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	ESCALA	
	t_{MC} - instante de introducción de las medidas correctoras t_{rMC} -momento de retorno con medidas correctoras Tiempo de permanencia: $t_p = t_r - t_j$ Tiempo de permanencia con medidas correctoras: $t_{pMC} = t_{rMC} - t_{MC}$		
Reversibilidad (RV)	Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales. Permanencia de la reversibilidad: $t_{pR} = t_r - t_f$	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras)	Irreversible	4
		Recuperable (inmediato)	1
		Recuperable (medio plazo)	2
		Mitigable	4
Sinergia (SI)	Manifestación provocada por acciones que actúan simultáneamente, donde el efecto provocado es superior si actuarán independiente	Irrecuperable	8
		Sin sinergia (simple)	1
		Sinergia media	2
		Alta sinergia	4
Acumulación (AC)	Incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste o se reitera la acción que lo genera	Sin efectos (acumulación simple)	1
		Acumulativo	4
Efecto (EF)	Relación causa-efecto, manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción	Directo (primario)	4
		Indirecto (secundario)	1
Periodicidad (PR)	Regularidad de la manifestación del efecto	Irregular, discontinuo	1
		Cíclica, recurrente (efecto periódico)	2
		Continuo	4

En dichos términos, el impacto se considera compatible con el ambiente, cuando el valor de importancia es menor a las 25 unidades, moderado con un valor entre 25 y 50 unidades, es severo entre las 51 y 75 unidades; y es crítico cuando su importancia alcanza valores por arriba de las 75 unidades.

V.1.1.2.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos previstos en el área propuesta para la construcción del Muelle Aldora, es la propuesta por Conesa-Fernández (1997) y Gómez (1999), que consiste primero en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. En los siguientes apartados se describe la metodología general empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto. En el anexo relacionado con la metodología, se describe el método propuesto con mayor detalle.

El método utilizado se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar por separado los aspectos de manifestación no cuantitativa de los impactos para determinar la importancia y la cuantificación de efectos con el uso de indicadores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables para determinar la magnitud. La interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico es objetiva y fácil de comunicar.

V.1.1.2.2.1 Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez, Op. Cit.), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

De acuerdo con la metodología utilizada, se identifican las acciones diferenciando aquellos que correspondan al proyecto de manera estructurada considerando los aspectos que se muestran en el **Cuadro V:2**.

Cuadro V:2. Aspectos a considerar para la identificación de acciones

TIPOS DE ACCIONES

1. Acciones que modifican el uso del suelo

- Por nuevas ocupaciones
- Por desplazamiento de la población

2. Acciones que implican emisión de contaminantes

- A la atmósfera

TIPOS DE ACCIONES
- A las aguas continentales o marinas
- Al suelo
- En forma de residuos sólidos
3. Acciones derivadas del almacenamiento de residuos
- Dentro del núcleo de la actividad
- Transporte
- Vertederos
- Almacenes especiales
4. Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Materias primas
- Consumos energéticos
- Consumos de agua
5. Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Agropecuarios
- Faunísticos
6. Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Emigración
- Disminución
- Aniquilación
7. Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Topografía y suelo
- Vegetación
- Agua
- Naturalidad
- Singularidad
8. Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
9. Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
10. Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Para el caso del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” se consideraron las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento.

A continuación, se presentan y se describen las acciones específicas relacionadas con las etapas del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” que están propensas a generar algún impacto ambiental (**Cuadro V:3**).

Cuadro V.3. Acciones específicas del Muelle Aldora Cozumel

ETAPA	SUBETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO	Demolición del muelle existente	Fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle
	Perforación	Perforación del lecho marino
CONSTRUCCIÓN	Cimentación	Empotramiento de pilas prefabricadas
		Colado de columnas
	Construcción de losa	Colocación de estructura prefabricadas (dovelas, trabes, losas)
		Vaciado de concreto en losa
	Instalaciones y acabados	Colocación de bitas de amarre, pantallas de atraque y defensas
		Acabados y pintura
	Construcción de obras auxiliares (caseta de vigilancia y motor lobby)	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación	Embarque y desembarque de personas
	Mantenimiento	Limpieza y mantenimiento del muelle

A continuación, se describen cada una de las etapas del proyecto

V.1.1.2.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos

El entorno está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: medio físico y medio socioeconómico y cultural (en lo sucesivo se omitirá este último término sobrentendiendo su inclusión en el medio socioeconómico). Estos sistemas, están constituidos por subsistemas: medio inerte, medio biótico y medio perceptual, por una parte; y medio sociocultural y medio económico por otra. A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto, es decir, por las acciones impactantes consecuencia de aquél. Los componentes ambientales se descompondrán, a su vez, en un determinado número de factores ambientales que depende del grado de detalle con que se pretenda afrontar el estudio (Conesa Fernández *Op. Cit.*).

A cada factor medioambiental se asigna su medida de importancia relativa al entorno, medida en Unidad de Importancia (UIP), la cual se utiliza para efectuar ponderaciones en las estimaciones globales de los impactos (Soriano *et. al.* 2015)¹⁸.

¹⁸ Soriano PL, Ruiz RM y Ruiz LE. 2015. Criterios de Evaluación de Impacto Ambiental en el Sector Minero. <<file:///C:/Users/Daniel/Downloads/12102-42217-1-PB.pdf>> (Consultado el 30 de enero de 2018).

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

De los distintos elementos del entorno presentes en el predio y en el área de influencia de éste, solamente se perciben como afectables, consecuencia modificación del paisaje, generación de residuos, pérdida de suelo marino, además del medio socioeconómico como población y economía.

Para establecer las UIP del entorno del proyecto Muelle Aldora Cozumel se utilizó el método Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) establecida por Thomas Saaty (Thomas L. 2012)¹⁹. Este método proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo común representado en la jerarquía de decisión.

Este método usa la “razón de consistencia” (RC) que debe ser menor de 0.10. Si $RC \leq 0.10$ hay un nivel razonable de consistencia en la comparación por pares; si $RC \geq 0.10$, el valor indica juicios inconsistentes. Para esto se utilizó el software *SuperDesitions*, éste es un programa comercial que se utiliza para resolver problemas de Decisión Multicriterio, incluye solución de problemas de Procesos de Análisis jerárquico, el cual el proceso para la solución de un problema multicriterio está sujeto al esquema mostrado en la **Figura V:1**.

¹⁹ Thomas L. Saaty. 1980. The Analytical Hierarchical Process, New York.



Figura V:1. Proceso de modelación de un problema multicriterio, software SuperDecisions.

Para realizar la matriz de comparación por pares se consideraron los componentes ambientales; el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, el paisaje, la población y la economía. La representación gráfica del procedimiento en el Software SuperDecisions se ilustra en la **Figura V:2**.

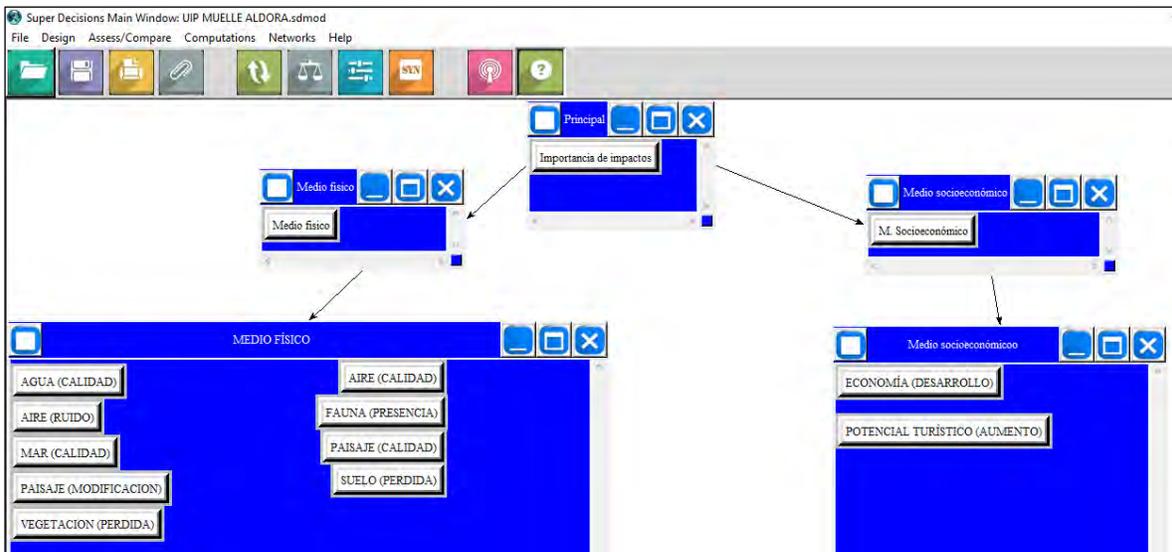


Figura V:2. Estructura de los componentes ambientales en el software SuperDecisions.

La matriz de comparación por pares de los componentes ambientales se ilustra en la **Figura V:3.**

1. Choose		2. Node comparisons with respect to Medio físico																		
Node Cluster		Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct														
Choose Node	Medio físico	Comparisons wrt "Medio físico" node in "MEDIO FÍSICO" cluster																		
	Cluster: Medio físico	AGUA (CALIDAD) is ?????? more important than AIRE (CALIDAD)																		
Choose Cluster	MEDIO FÍSICO	1. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		3. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		4. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		6. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		7. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		8. AGUA (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		9. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		10. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		11. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		12. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		13. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		14. AIRE (CALIDAD)	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figura V:3. Matriz de comparacion por pares.

Una vez realizado la matriz de comparación, se calculó la prioridad de cada componente ambiental, mismo en el que se puede visualizar que el componente más susceptible en el entorno del proyecto Muelle Aldora Cozumel corresponde al componente Mar, este resultado se ilustra en el **Cuadro V:4.**

Cuadro V:4. Prioridad de cada componente ambiental para definir las Unidades de Importancia de cada componente ambiental.

COMPONENTE	UIP
Mar	0.17687
Economía	0.16667
Agua	0.13644
Vegetación	0.10280
Suelo	0.08589
Potencial turístico	0.08333
Paisaje	0.06115
Paisaje	0.06115
Aire	0.04592
Aire	0.04133
Fauna	0.03845

En síntesis, el componente ambiental más susceptible en el entorno del proyecto corresponde es el medio marino (Mar) por esto se lo otorga un valor de importancia más alto, el segundo componente ambiental corresponde al Agua y el tercer componente es la vegetación, esto están representadas mediante un árbol de factores o mapa conceptual como lo indica el **Cuadro V:5**.

A la derecha de cada factor ambiental afectado se ha asignado un valor de importancia estimado a partir del resultado obtenido de la matriz de comparación, el índice de prioridad. Además, se concluye que los valores de importancia asignado por componente ambiental de muestran su relevancia en el área de influencia del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Cuadro V:5. Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	UIP	
ENTORNO	Medio Físico	Aire	Calidad	0.04592	
			Confort	0.04133	
		Medio Abiótico	Mar	Calidad	0.17687
			Suelo	Perdida	0.08589
			Agua	Calidad	0.13644
	Medio Biótico	Fauna	Presencia	0.03845	
		Vegetación	Perdida	0.10280	
		Medio Perceptual	Paisaje	Calidad	0.06115
	Modificación			0.06115	
	Medio Socio-económico	Medio Económico	Economía	Desarrollo	0.16667
Potencial turístico			Aumento	0.08333	
SUMA UIP				1,000	

UIP: Unidades de importancia (UIP): el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima), (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

V.1.1.2.2.3 Matriz de impactos

En esta sección se identifican los impactos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, para lo cual se seleccionó la propuesta por Conesa-Fernández (1997) y Gómez-Orea (1999). Esta metodología corresponde al tipo de matrices de interacción de causa-efecto, que se caracterizan como cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que causan impactos y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significancia habrá de evaluarse posteriormente.

El uso de esta metodología presenta las siguientes ventajas: relaciona factores ambientales con acciones; además de la identificación de los impactos, tiene la propiedad de evaluar, predecir y es relativamente fácil de elaborar, además de que constituye un buen método para mostrar resultados preliminares. Además de las ventajas generales que presentan los métodos basados en relaciones causa-efecto, el método propuesto se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar criterios de manifestación cualitativa de los impactos para determinar su importancia y, la cuantificación de efectos con el uso de valores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables de importancia final. La interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico, es objetiva y fácil de comunicar.

La identificación de los impactos es principalmente la labor tendiente a detectar cuáles de las actividades asociadas al proyecto, producen alteraciones a las características de los factores ambientales. El objetivo de esta etapa de evaluación es tener una visión preliminar, de tipo indicativo y cuando mucho cualitativo, de la relación proyecto-entorno, es decir una percepción inicial de aquellos efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno que nos ocupa, y servirá como marco de referencia para proceder con las siguientes fases de la evaluación (Conesa-Fernández, 1997 y Weitzenfeld, 1996²⁰).

Continuando con la metodología aplicada, una vez identificadas las acciones susceptibles de producir impactos y los elementos ambientales susceptibles de recibirlos, y con base en la revisión bibliográfica se procede a identificar las interacciones entre estos, a través de la construcción de una matriz de tipo causa-efecto, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas los factores ambientales (**Cuadro V:6**) A partir de esta fase del proceso, comienza la valoración cualitativa de los impactos.

V.1.1.2.2.4 Caracterización de los impactos

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que presumiblemente serán impactados por aquellas, se proceden a obtener una valoración cualitativa de los impactos, la cual corresponde a la fase de caracterización de los mismos. La caracterización de los impactos ambientales es un proceso de análisis previo a la valoración del impacto, en donde se examina y describe la relación entre las acciones del proyecto y factores ambientales, justificando la asignación de determinado valor a cada uno de los impactos, con base en los criterios establecidos por la propia metodología. El objetivo de esta etapa es contar con información que permita conocer la magnitud de los impactos ambientales.

De acuerdo con la metodología aplicada, el valor de importancia del impacto ambiental se establece mediante su valoración cualitativa en función de diferentes criterios o atributos del impacto los cuales son: naturaleza (NA), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (RC). Estos criterios se describen de forma detallada en el anexo relacionado con la descripción de la metodología empleada. En el **Cuadro V:7** se presenta la descripción de cada uno de los atributos.

²⁰ Weitzenfeld H. 1996. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud Segunda Edición. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (eds.). México.

Cuadro V:7. Descripción de atributos de la matriz de importancia.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	ESCALA			
Signo	Benéfico (+)	-			
	Perjudicial (-)				
Intensidad (I)	Grado de incidencia de la acción sobre el factor. Valor máximo 12 expresa destrucción total, valor mínimo 1 acción mínima	Previsible, difícil de cuantificar (x)			
		Baja	1		
		Media	2		
		Alta	4		
Extensión (EX)	Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	Muy Alta	8		
		Puntual	1		
		Parcial	2		
		Extenso	4		
		Total	8		
Momento (MO)	Plazo de manifestación del impacto, tiempo transcurrido desde la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor	*Crítica	+4		
		Largo plazo (> 5 años)	1		
		Mediano plazo (1-5 años)	2		
		Corto plazo (Inmediato)	4		
		*Crítico	+4		
Persistencia (PE)	Permanencia del efecto desde su aparición, a partir del cual el factor afectado retomaría a las condiciones iniciales. Dónde: t_o - momento de aparición de la acción t_f -momento de finalización de la acción t_j - momento de inicio de la manifestación del efecto t_r -momento de retorno (desaparición del efecto) t_{MC} - instante de introducción de las medidas correctoras t_{rMC} -momento de retorno con medidas correctoras Tiempo de permanencia: $t_p = t_r - t_j$ Tiempo de permanencia con medidas correctoras: $t_{pMC} = t_{rMC} - t_{MC}$	Fugaz (< 1 año)	1		
		Temporal (1-10 años)	2		
		Permanente ($t_p = t_r - t_j > 10$ años)	4		
		Reversibilidad (RV)	Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales. Permanencia de la reversibilidad: $t_{pR} = t_r - t_f$	Corto plazo	1
				Mediano plazo	2
				Irreversible	4
				Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras)
Recuperable (medio plazo)	2				
Mitigable	4				
Irrecuperable	8				

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	ESCALA
Sinergia (SI)	Manifestación provocada por acciones que actúan simultáneamente, donde el efecto provocado es superior si actuarán independiente	Sin sinergia (simple) 1
		Sinergia media 2
		Alta sinergia 4
Acumulación (AC)	Incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste o se reitera la acción que lo genera	Sin efectos (acumulación simple) 1
		Acumulativo 4
Efecto (EF)	Relación causa-efecto, manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción	Directo (primario) 4
		Indirecto (secundario) 1
Periodicidad (PR)	Regularidad de la manifestación del efecto	Irregular, discontinuo 1
		Cíclica, recurrente (efecto periódico) 2
		Continuo 4

Fuente: Conesa, 1997.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 Caracterización de los impactos por etapas del proyecto

A1. Ahuyentamiento de fauna por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle

El impacto **Ahuyentamiento de fauna por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle**, es provocado por el uso de maquinaria o herramienta especializada para la ruptura del concreto y corte del metal presente en la estructura del muelle, produciendo así un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**) ya que el uso de la maquinaria se hará presente solamente durante las actividades de preparación del sitio de manera programada, además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Tendrá una intensidad baja (**I=1**), con un área de influencia puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación, será irregular (**PR=1**), con un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto presentará una recuperabilidad de manera inmediata (**MC=1**), por lo cual el presente impacto manifestará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

A2. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle**, es ocasionado por las actividades de ruptura del muelle, ya que se obtendrá pedacería de concreto y metal, los cuales al no ser manejados adecuadamente pueden ocasionar un impacto **perjudicial**. El impacto tendrá un efecto **directo (EF=4)**, y con la implementación de las estrategias adecuadas para el manejo de residuos su persistencia será fugaz (**PE=1**), se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto presentará una recuperabilidad de manera inmediata (**MC=1**), finalmente el impacto presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

A3. Aumento de turbidez en el mar por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle

El impacto **Aumento de turbidez en el mar por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle**, se generará durante las actividades de demolición del muelle existente que se hará dentro de la zona marina, que al no implementar adecuadamente estrategias de mitigación se presentará un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima una intensidad media (**I=2**), con una extensión puntual (**EX=1**) ya que los efectos del impacto se manifestarán en una zona precisa. La regularidad de la manifestación será discontinuamente (**PR=1**), con un efecto simple (**AC=1**). No se presentará sinergismo (**SI=1**), y tendrá una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar el impacto, este presentará una importancia de **-23**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -23$$

A4. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle

El impacto **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle**, se origina por el uso de la maquinaria pesada y herramientas especiales para la demolición del muelle existente, produciendo un impacto **perjudicial**. El efecto será **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz (**PE=1**), presentándose en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será media (**I=2**), el área de influencia o extensión será puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será de manera irregular o discontinua (**PR=1**), con un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), con la posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto tendrá una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

A5. Disminución de la calidad del aire por generación polvos y gases por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle

Durante las actividades de demolición el uso de la maquinaria pesada y herramientas específicas ocasionarán el impacto **Disminución de la calidad del aire por generación polvos y gases por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle**, clasificándose como un impacto **perjudicial**. El efecto del impacto será **directo (EF=4)**, y tendrá una persistencia fugaz (**PE=1**) ya que solo será durante las actividades de preparación del sitio y en tiempos programados, además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será media (**I=2**), y con un área de influencia puntual (**EX=1**). Se presentará de manera irregular (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto tendrá una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

A6. Generación de aguas residuales por todas las actividades de la etapa de preparación del sitio.

Durante las actividades que involucran a la etapa de preparación del sitio se requerirá del uso de letrinas portátiles. Se pretende la instalación de 1 letrina por cada 20 trabajadores, debido al uso de las letrinas se generarán aguas residuales, que al no recibir el manejo adecuado por la empresa contratista estas pueden producir un impacto **perjudicial**. El impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, su persistencia se describe como fugaz (**PE=1**) debido a que solo se presentará durante las actividades de preparación del sitio, además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad del impacto se clasifica como baja (**I=1**), la extensión del impacto es parcial, debido a que, si no existe un correcto manejo de las aguas residuales, estas pueden disiparse al cuerpo de agua más cercano (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La manifestación se presentará de manera irregular (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse por medios naturales (**RV=2**). Tendrá una recuperabilidad a mediano plazo por acciones humanas (**MC=2**). Evaluando la ponderación del impacto, este presentará una importancia de **-20**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2] = -20$$

A7. Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de preparación del sitio

Durante todas las actividades a desarrollarse en la etapa de preparación del sitio se empleará mano de obra, ocasionando el impacto beneficioso **Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de preparación del sitio**, esta mano de obra será temporal. Su efecto será **directo (EF=4)**, y por su manifestación se clasifica como fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Su intensidad será alta (**I=4**), y con un área de influencia clasificada como extensión parcial (**EX=2**). La regularidad de la manifestación será de manera irregular o discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No se presentará sinergismo (**SI=1**), con la posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). La recuperabilidad será de manera inmediata (**MC=1**), obteniendo una importancia de **30**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = 30$$

B1. Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino

El impacto **Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino**, es provocado por la acción **Aumento en la turbidez del mar**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz **(PE=1)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será media **(I=2)**, y que el área de influencia o extensión del impacto **Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino**, tendrá una extensión puntual **(EX=1)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Aumento en la turbidez del mar**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse **(RV=1)**. Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo **(MC=2)**, por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino**, presentará una importancia de **-23**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -23$$

B2. Ahuyentamiento de fauna marina por perforación del lecho marino

Para la colocación de los pilotes es de prioridad realizar actividades de perforación en el lecho marino, lo cual provocará el impacto perjudicial **Ahuyentamiento de fauna marina por perforación del lecho marino**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz **(PE=1)**, presentándose en un plazo inmediato **(MO=4)**. Tendrá una intensidad baja **(I=1)**, el área de influencia o extensión del impacto tendrá una extensión puntual **(EX=1)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en un área precisa. La regularidad de la manifestación de **Ahuyentamiento de fauna marina**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. No habrá presencia de sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse **(RV=1)**. Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata **(MC=1)**, evaluando el impacto se estima una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

B3. Cambio y pérdida en el suelo marino por perforación del lecho marino

Derivado de las actividades de perforación del lecho marino, se generará el retiro de cierta profundidad del suelo marino provocando el impacto **Cambio y pérdida en el suelo marino por perforación del lecho marino**, produciendo un impacto **perjudicial**. El efecto que producirá el impacto es **directo (EF=4)**, su persistencia será permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Presentará una intensidad alta (**I=4**), y el área de influencia será puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La manifestación no tendrá sinergismo (**SI=1**), con la posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Con una recuperabilidad a medio plazo (**MC=2**), obteniendo una estimación de **-33**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 4 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -33$$

B4. Pérdida de vegetación acuática por perforación del lecho marino

La actividad de perforación del lecho marino de igual forma ocasionará **pérdida de la vegetación acuática**, produciendo así un impacto **perjudicial**. El impacto se presentará de manera **directa (EF=4)**, su persistencia será temporal (**PE=2**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será alta (**I=4**), y tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en un área específica. La regularidad de la manifestación de **Pérdida de vegetación acuática**, será de manera discontinua (**PR=1**), favoreciendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No se presenta sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). La recuperabilidad será a medio plazo (**MC=2**), la estimación obtenida es de **-31**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 2 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -31$$

B5. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por perforación del lecho marino

Durante las actividades de perforación del lecho marino habrá generación de residuos originando el impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por perforación del lecho marino**, el cual se cataloga como un impacto **perjudicial**. El efecto del impacto será **directo (EF=4)**, y debido al periodo de su manifestación, este tendrá una persistencia fugaz (**PE=1**), su plazo será inmediato (**MO=4**). La intensidad que se presentará será alta (**I=4**), el área donde se manifestará es precisa, por lo cual su extensión es puntual (**EX=1**). La manifestación será irregular o discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un

incremento simple del efecto (**AC=1**). El impacto será sinérgico (**SI=2**), con la posibilidad de revertirse a corto plazo (**RV=1**). La recuperabilidad del impacto será inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presenta una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B6. Modificación del paisaje del fondo marino por perforación del lecho marino

Derivado de la actividad de perforación del lecho marino, se generará el retiro de suelo marino, así como de vegetación lo cual hace que se manifieste el impacto **Modificación del paisaje del fondo marino por perforación del lecho marino**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y su persistencia será fugaz (**PE=1**), este tendrá un plazo inmediato (**MO=4**). Tendrá una intensidad alta (**I=4**), y su extensión se manifestará de manera puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será de manera discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La manifestación se presentará de manera sinérgica (**SI=2**), con la posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Su recuperabilidad será de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B7. Aumento de turbidez en el mar por colado de columnas

Para la colocación de las columnas se requerirá la perforación del lecho marino y posteriormente se efectuarán actividades de relleno de concreto para el soporte de las estructuras, dicha actividad generará el impacto **Aumento de turbidez en el mar por colado de columnas**. El impacto tendrá un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que se manifestará se cataloga como fugaz (**PE=1**), presentándose en un plazo inmediato (**MO=4**). Su intensidad es media (**I=2**), manifestándose en un área específica (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será de manera discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto será recuperable a medio plazo (**MC=2**), generando una importancia de **-23**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -23$$

B8. Ahuyentamiento de fauna por colado de columnas

Derivado de las actividades de relleno de concreto, la presencia de la maquinaria y personal laborando generará el impacto **Ahuyentamiento de fauna por colado de columnas**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo de su manifestación se considera fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad esperada es baja (**I=1**), con un área de influencia puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será de manera discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No se presentará sinergismo (**SI=1**), y con la posibilidad de a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Ahuyentamiento de fauna por colado de columnas**, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

B9. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas

Las actividades derivadas del relleno de concreto ocasionarán la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, llevando a la formación del impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, su persistencia será fugaz (**PE=1**), con la presentación de manera inmediata (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). Se clasifica como una manifestación con sinergismo (**SI=2**), con la posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad que se clasifica como inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas**, presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B10. Modificación del paisaje del fondo marino por colado de columnas de columnas

El impacto **Modificación del paisaje del fondo marino por colado de columnas de columnas**, se genera a partir del vaciado de concreto para el soporte de las estructuras que posteriormente serán instaladas. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Modificación del paisaje del fondo marino**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como mitigable (**MC=4**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Modificación del paisaje del fondo marino por colado de columnas**, presentará una importancia de **-28**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 + 4] = -28$$

B11. Aumento de turbidez en el mar por empotramiento de pilas

Una vez finalizada las actividades de relleno de concreto se procede a la colocación de las pilas a través de maquinaria especial. Esta actividad genera el impacto **Aumento de turbidez en el mar por empotramiento de pilas**, produciendo un impacto **perjudicial**. Su efecto es **directo (EF=4)**, y su persistencia se cataloga fugaz por el tiempo en el que permanece (**PE=1**), y se presenta en un plazo inmediato (**MO=4**). Tendrá una intensidad media (**I=2**), y por la superficie en la que se presenta se considera puntual (**EX=1**). Se presentará de una manera irregular (**PR=1**), con un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y tendrá una posibilidad de revertirse a corto plazo (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al efectuar la estimación se presentó una importancia de **-23**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -23$$

B12. Ahuyentamiento de fauna marina por empotramiento de pilas

Al colocar las pilas se realizarán trabajos en el fondo marino a partir del uso de maquinaria y de ser requerido también personal con equipo de buceo, lo cual provocará el impacto

Ahuyentamiento de fauna marina por empotramiento de pilas, produciendo un impacto **perjudicial**. El impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz (**PE=1**), y presentación inmediata (**MO=4**). La intensidad estimada es baja (**I=1**), tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona precisa. La regularidad de la manifestación de **Ahuyentamiento de fauna marina**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

B13. Modificación del paisaje por empotramiento de pilas

La colocación de las pilas para el soporte de las subsecuentes estructuras que formaran el muelle ocasionará el impacto **Modificación del paisaje por empotramiento de pilas**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en un área específica. El impacto se manifestará de manera irregular (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). La recuperabilidad será inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

B14. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por empotramiento de pilas

Las actividades involucradas a la colocación de las pilas darán como resultado el impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por empotramiento de pilas**, produciendo un impacto **perjudicial** si no se manejan de manera adecuada. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz, ya que se aplicarán estrategias para el manejo de los residuos generados (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será alta (**I=4**), con una extensión puntual (**EX=1**). La

regularidad de la manifestación será irregular o discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). El impacto será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), el impacto presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B15. Modificación en la dinámica litoral por empotramiento de pilas

El impacto **Modificación en la dinámica litoral por empotramiento de pilas**, provoca un impacto **perjudicial**. Presentando un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), con una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una superficie específica, ya que solo será en el área donde se colocaran los pilotes. La regularidad de la manifestación de **Modificación en la dinámica litoral**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-33**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 4 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -33$$

B16. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por Instalación de traveses, dovelas y losas precoladas

Durante el armado de la estructura del muelle se empleará maquinaria pesada y herramientas que provocarán el impacto **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por Instalación de traveses, dovelas y losas precoladas**, produciendo un impacto **perjudicial**. Se presentará un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz, ya que solo será durante las actividades constructivas y en tiempos específicos (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto tendrá una extensión puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será irregular y discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No habrá presencia de sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Presentando una

recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

B17. Ahuyentamiento de fauna por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas

Durante las actividades de la instalación de las estructuras se usará maquinaria pesada y herramientas que al generar ruido provocarán el impacto **Ahuyentamiento de fauna por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas**, ocasionando un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz (**PE=1**), en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto será puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación de **Ahuyentamiento de fauna**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). El impacto presentará una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Ahuyentamiento de fauna por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas**, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

B18. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas

Las actividades involucradas en la instalación de las estructuras para la construcción del muelle ocasionasen el impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas**, produciendo un impacto **perjudicial** si no se cuentan con las medidas o estrategias necesarias para el manejo de los residuos. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, con una persistencia fugaz (**PE=1**), presentándose en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto será puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una superficie en específico. La regularidad de la manifestación es discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La manifestación se clasifica como sinérgica (**SI=2**), con la característica de revertirse a corto plazo (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de**

manejo especial y sólidos urbanos por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas, presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B19. Modificación en la calidad del mar por vertido de concreto premezclado y acabados

Finalizada la instalación de las estructuras de formación del muelle se procede al vertido de concreto, el cual de no hacerlo de manera correcta generará el impacto **Modificación en la calidad del mar por vertido de concreto premezclado y acabados**, provocando un impacto **perjudicial**. Se presentará un efecto **directo (EF=4)**, y tendrá una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será media (**I=2**), y tendrá una extensión puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación de **Modificación en la calidad del mar**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). Será una manifestación sinérgica si no se aplican las medidas correspondientes (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Su recuperabilidad se clasifica como inmediata (**MC=1**), efectuando la estimación el impacto presentará una importancia de **-23**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -23$$

B20. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por vertido de concreto premezclado y acabados

Por el uso de maquinaria pesada durante el vertido de concreto se generará el impacto **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por vertido de concreto premezclado y acabados**, produciendo un impacto **perjudicial**. Su efecto se considera **directo (EF=4)**, y su persistencia es fugaz debido a que solo se presentará durante las actividades del vertido, las cuales serán programadas (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad de la manifestación se considera media (**I=2**), con una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación será irregular (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), con la posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). La recuperabilidad de la manifestación se determina como inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el

impacto **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por vertido de concreto premezclado y acabados**, presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

B21. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por vertido de concreto premezclado y acabados

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por vertido de concreto premezclado y acabados**, es producido por las actividades involucradas en el vertido de concreto, produciendo un impacto **perjudicial**. Se presentará un efecto **directo (EF=4)**, su persistencia será fugaz debido a la implementación de estrategias de manejo de residuos (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). La intensidad será alta (**I=4**), con un área de influencia puntual (**EX=1**). Se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B22. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por colocación de bitas y pantallas de atraque

El impacto **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por colocación de bitas y pantallas de atraque**, produce un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, por el tiempo en que se manifestará el impacto se considera fugaz (**PE=1**), y se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Su intensidad será media (**I=2**), con una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una superficie específica. La regularidad de la manifestación de **Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). No presentará sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -22$$

B23. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colocación de bitas y pantallas de atraque

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colocación de bitas y pantallas de atraque**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto será puntual (**EX=1**). La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto, presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B24. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por acabados y pintura

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por acabados y pintura**, genera un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por acabados y pintura**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. Se manifestará de manera irregular o discontinua (**PR=1**), con un incremento simple del efecto (**AC=1**). Se presentará de manera sinérgica (**SI=2**), con plazo corto a revertirse (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), estimando los componentes del impacto, este presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B25. Generación de residuos peligrosos por acabados y pintura

Iniciando las actividades de acabados y pinturas, por el uso de las sustancias químicas se generará el impacto **Generación de residuos peligrosos por acabados y pintura** produciendo un impacto **perjudicial** si los residuos generados no se manejan adecuadamente. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y su persistencia será fugaz (**PE=1**), presentándose en un plazo inmediato (**MO=4**). Tendrá una intensidad alta (**I=4**), tendrá una extensión puntual (**EX=1**), la manifestación será irregular o discontinua (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). Presenta una manifestación sinérgica (**SI=2**), el cual se revertirá a corto plazo (**RV=1**). Tendrá una recuperabilidad inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto, presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B26. Generación de residuos sólidos urbanos y manejo especial por construcción de caseta y motor lobby.

Durante la construcción de las obras asociadas se generarán residuos de sólidos urbanos derivados del consumo de alimento por los trabajadores, así como residuos de manejo especial procedentes de los trabajos de albañilería, carpintería u otra actividad que pueda generar pedacería de metales (hierro, aluminio, etc.) y no metales (vidrio, madera, PVC, etc.). El impacto se denomina **Generación de residuos sólidos urbanos y manejo especial por construcción de caseta y motor lobby** tiene un impacto **perjudicial**.

Tendrá un efecto **directo (EF=4)**, debido a la implementación de estrategias para el manejo de residuos su persistencia será de manera fugaz (**PE=1**), con una presentación de manera inmediata (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), su extensión será de manera puntual, ya que los efectos del impacto se manifestarán en un sitio preciso (**EX=1**). La regularidad de la manifestación será de manera irregular o discontinua (**PR=1**), con un incremento simple en el efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Su recuperabilidad será de manera inmediata debido a que se implementarán medidas para la gestión de los residuos (**MC=1**), obteniendo como resultado una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

B27. Generación de aguas residuales por todas las actividades de la etapa de construcción.

Debido al uso de letrinas portátiles durante las actividades de construcción del proyecto, existirá la generación de aguas residuales, las cuales si no se le da el correcto manejo y disposición pueden producir un impacto **perjudicial**. El impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, con una persistencia fugaz **(PE=1)**, y tendrá un plazo inmediato **(MO=4)**. La intensidad del impacto se clasifica como baja **(I=1)**, la extensión del impacto es parcial, debido a que, si no existe un correcto manejo de las aguas residuales, estas pueden disiparse al cuerpo de agua más cercano o al manto freático **(EX=2)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La manifestación se presentará de manera irregular **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse por medios naturales **(RV=2)**. Tendrá una recuperabilidad a mediano plazo por acciones humanas **(MC=2)**. Evaluando la ponderación del impacto, este presentará una importancia de **-20**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2] = -20$$

B28. Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de construcción

Para la ejecución de todas las actividades de construcción se requerirá de mano de obra por lo cual, tendrá como consecuencia el impacto beneficioso denominado como **Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de construcción**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz **(PE=1)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será alta **(I=4)**, y que el área de influencia o extensión del impacto tendrá una extensión parcial **(EX=2)**. La regularidad de la manifestación de **Generación de empleo**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse **(RV=1)**. Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata **(MC=1)**, por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto, presentará una importancia de **30**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = 30$$

C1. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por embarque y desembarque de personas

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por embarque y desembarque de personas**, se clasifica como **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por embarque y desembarque de personas**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

C2. Aumento de afluencia turística por embarque y desembarque de personas

El impacto **Aumento de afluencia turística por embarque y desembarque de personas** se determina como un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Aumento de afluencia turística por embarque y desembarque de personas**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Aumento de afluencia turística**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **30**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = 30$$

C3. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por limpieza y mantenimiento del muelle

El impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por limpieza y mantenimiento del muelle** se clasifica como **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por limpieza y mantenimiento del muelle**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgica (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **-29**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1] = -29$$

C4. Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de operación

El impacto **Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de operación** se clasifica como **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de operación**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de empleo**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto presentará una importancia de **30**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = 30$$

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El **Cuadro V:8** presenta la valoración de los impactos en términos de lo establecido en los criterios anteriores.

Cuadro V:8. Valoración cualitativa de impactos.

ID	IMPACTO	N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Valor de impacto
A1	Ahuyentamiento de fauna por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante
A2	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
A3	Aumento de turbidez en el mar por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	Irrelevante
A4	Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
A5	Disminución de la calidad del aire por generación polvos y gases por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
A6	Generación de aguas residuales por todas las actividades de preparación de sitio	-	1	2	4	1	2	1	1	1	1	2	-20	Irrelevante
A7	Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de preparación del sitio	+	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	30	Moderado
B1	Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	Irrelevante
B2	Ahuyentamiento de fauna marina por perforación del lecho marino	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante
B3	Cambio y pérdida en el suelo marino por perforación del lecho marino	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-33	Moderado
B4	Pérdida de vegetación acuática por perforación del lecho marino	-	4	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-31	Moderado
B5	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por perforación del lecho marino	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B6	Modificación del paisaje del fondo marino por perforación del lecho marino	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B7	Aumento de turbidez en el mar por colado de columnas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	Irrelevante
B8	Ahuyentamiento de fauna por colado de columnas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante
B9	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado

ID	IMPACTO	N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Valor de impacto
B10	Modificación del paisaje del fondo marino por colado de columnas	-	1	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-28	Moderado
B11	Aumento de turbidez en el mar por empotramiento de pilas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	Irrelevante
B12	Ahuyentamiento de fauna marina por empotramiento de pilas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante
B13	Modificación del paisaje por empotramiento de pilas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
B14	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por empotramiento de pilas	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B15	Modificación en la dinámica litoral por empotramiento de pilas	-	4	1	4	4	2	1	1	4	1	2	-33	Moderado
B16	Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
B17	Ahuyentamiento de fauna por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante
B18	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B19	Modificación en la calidad del mar por vertido de concreto premezclado y acabados	-	2	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-23	Irrelevante
B20	Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por vertido de concreto premezclado y acabados	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
B21	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por vertido de concreto premezclado y acabados	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B22	Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por colocación de bitas y pantallas de atraque	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	Irrelevante
B23	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colocación de bitas y pantallas de atraque	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B24	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por acabados y pintura	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B25	Generación de residuos peligrosos por acabados y pintura	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B26	Generación de residuos sólidos urbanos y manejo especial por construcción de caseta y motor lobby	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
B27	Generación de aguas residuales por todas las actividades de construcción	-	1	2	4	1	2	1	1	1	1	2	-20	Irrelevante
B28	Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de construcción	+	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	30	Moderado

ID	IMPACTO	N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Valor de impacto
C1	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por embarque y desembarque de personas	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
C2	Aumento de afluencia turística por embarque y desembarque de personas	+	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	30	Moderado
C3	Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por limpieza y mantenimiento del muelle	-	4	1	4	1	1	2	1	4	1	1	-29	Moderado
C4	Generación de empleo por todas las actividades de la etapa de operación	+	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	30	Moderado

Finalmente, en el **Cuadro V:9** se muestra los impactos ambientales y sus interacciones con los componentes (interacciones causa-efecto) en total se identificaron 39 impactos.

Cuadro V:9. Cuantificación de impactos ambientales (interacciones causa-efecto).

COMPONENTE	FACTOR	Preparación del sitio			Construcción				Operación	
		Demolición del muelle existente	Todas las actividades involucradas en la preparación del sitio	Cimentación	Colocación de estructuras prefabricadas	Vaciado de concreto	Detalles y acabados	Habilitación de obras asociadas	Todas las actividades involucradas en la construcción	Operación y mantenimiento
Mar	Calidad	1		4		1				
Aire	Calidad	1								
Aire	Confort	1			1	1	1			
Economía	Desarrollo		1						1	1
Fauna	Presencia	1		3	1					
Suelo	Perdida			1						
Paisaje	Calidad	1		4	1	1	3	1		2
Paisaje	Modificación			2						
Vegetación	Perdida			1						
Potencial turístico	Aumento									1
Agua	Calidad		1						1	

Posteriormente se construyó una matriz depurada donde los impactos excluidos fueron aquellos que resultaron con valores de importancia inferiores a 25, es decir, impactos irrelevantes. En dicha matriz se determinaron los valores absolutos (**Cuadro V:10**).

Cuadro V:10. Matriz depurada.

COMPONENTE	FACTOR	UIP	Todas las actividades involucradas en la preparación del sitio	Demolición del muelle existente	Todas las actividades involucradas en la construcción	Cimentación	Colocación de estructuras prefabricadas	Vaciado de concreto	Detalles y acabados	Habilitación de obras asociadas	Todas las actividades involucradas en la operación	Operación y mantenimiento	Valoración absoluta	Valoración relativa
Mar	Calidad	0.176865		0		-33		0					-33	-5.8365
Aire	Calidad	0.045915		0									0	0
Aire	Confort	0.0413325		0			0	0	0				0	0
Fauna	Presencia	0.0384525		0		0	0						0	0
Suelo	Perdida	0.08589				-33							-33	-2.8344
Economía	Desarrollo	0.1666675	30		30						30		90	15.0001
Paisaje	Calidad	0.0611475		-29		-115	-29	-29	-87	-29		-58	-376	-1.7121
Paisaje	Modificación	0.0611475				-29							-29	-1.7733
Vegetación	Perdida	0.1028025				-31							-31	-3.1869
Potencial turístico	Aumento	0.0833325										30	30	2.49998
Agua	Calidad	0.13644								0			0	0
Valoración absoluta			30	-29	30	-241	-29	-29	-87	-29	30	-28	-382	

En la tabla se describe que la etapa o actividad con mayor valoración absoluta es la cimentación, ya que en esta se ven modificados los componentes de suelo, paisaje, vegetación y mar debido a que se procederá a la excavación para el piloteado de las estructuras, donde será necesario el retiro de suelo marino, y se generaran de igual forma residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El componente que obtuvo mayor valoración fue la calidad del paisaje, el cual se puede ver afectado por la generación de RSU y RME, residuos que se generarán en la mayoría de las etapas del proyecto. La economía se verá beneficiada por la generación de empleos temporales y permanentes, así como por la afluencia turística que está presente en la Isla y que aumentará por la construcción del muelle, debido a que habrá espacios para el resguardo de embarcaciones y su tripulación.

De igual forma, se comenta que, con referencia a los estudios de Caracterización Marina y las visitas de campo efectuadas en el área del proyecto, se concluye que la costa donde se ubicará el Muelle Aldora y sus alrededores, es una zona que se encuentra previamente impactada por actividades antropogénicas derivadas principalmente del turismo. El área presenta una carga importante de tráfico marítimo con fines de fondeo, recorridos turísticos y transportación, así como presencia de abundantes residuos sólidos dispersos en el fondo marino.

En la **Figura V:4** se describe y compara la importancia relativa de los impactos con y sin la aplicación de las medidas, si bien, el componente Paisaje (calidad) se ve mejorado de manera significativa por la aplicación de las medidas correctivas o de mitigación, que para dicho caso es la implementación de estrategias de manejo de residuos, capacitación y señalización. Los componentes como aire, fauna y agua, no se representan en la gráfica, ya que los impactos generados en ellos se calificaron como irrelevantes, sin embargo, se aplicarán medidas de mitigación como lo son que permitan implementar actividades para la verificación y mantenimiento de maquinara, el rescate y reubicación de fauna marina, así como el uso de letrinas portátiles para el uso de los trabajadores.

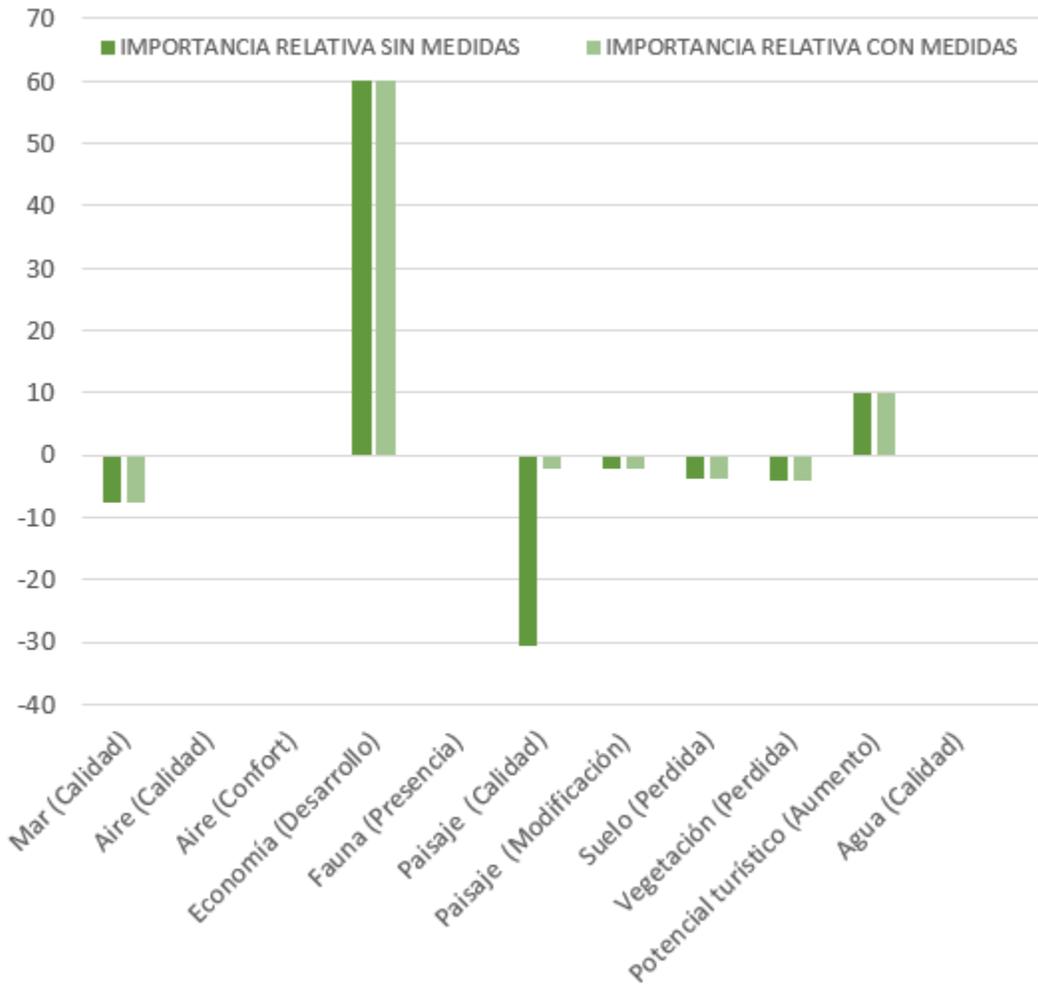


Figura V:4. Relación de la importancia absoluta de los impactos con y sin la aplicación de medidas correctivas o mitigación.

V.4 CONCLUSIONES

Los impactos identificados por el desarrollo del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” fueron 39 de los cuales 35 son perjudiciales y 4 beneficiosos, como se observa en la **Figura V:5**.

NATURALEZA

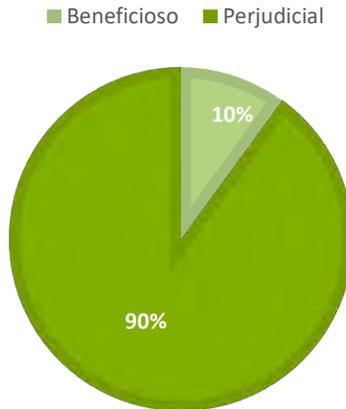


Figura V.5. Clasificación de la naturaleza de impactos del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

Con respecto a la evaluación, 18 resultaron irrelevantes y 21 moderados (**Figura V:6**).

EVALUACIÓN

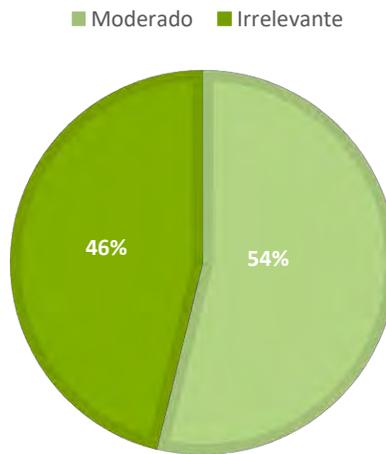


Figura V.6. Clasificación de impactos del proyecto Muelle Aldora Cozumel según su evaluación.

El principal aspecto ambiental a presentarse será la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, estos en las tres etapas del proyecto. Los residuos peligrosos se generarán en menor cantidad en la etapa de preparación de sitio y construcción derivados del uso de la maquinaria o equipos. La calidad del mar, confort sonoro y calidad del aire, así como el ahuyentamiento de la fauna marina se presentará principalmente en las actividades de preparación de sitio y construcción. La modificación del paisaje y dinámica litoral se deriva por la presencia del muelle, sin embargo, es de importancia mencionar que el área donde se pretende construir el muelle ya fue previamente impactada por la

presencia del muelle existente, así como por los muelles colindantes a la superficie del proyecto. Por otra parte, los resultados obtenidos durante la ejecución de los estudios hidrográficos para el modelo de oleaje, la instalación del proyecto no representa un peligro ni generará cambios significativos o adversos con lo que respecta del oleaje, con lo que respecta al transporte longitudinal de sedimentos en condiciones energéticas se mueve y se carga al norte del muelle a construir y el comportamiento del transporte transversal una parte del sedimento escapa hacia aguas abiertas quedando retenido a lo largo de lo que sería el nuevo muelle, en condiciones de calma el sedimento debiera volver a su lugar de origen.

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinosa, 2001)²¹.

Se establecieron cuatro estrategias para implementar en el desarrollo de las medidas propuestas, a saber:

- 1.) **Prevención**, que se refiere a la aplicación de las medidas antes de que se presenten los impactos con el objeto de evitarlos, estas medidas consisten en evitar ciertas acciones o en establecer acciones que eviten la llegada de contaminantes al medio que se busca proteger
- 2.) **Mitigación**, que incluye acciones o procedimientos que se implementan para reducir un impacto inevitable, dicho de otra forma, el propósito de la mitigación es generar acciones prediseñadas, destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de una acción humana
- 3.) **Compensación**, que busca producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso y sólo se lleva a cabo en las áreas o lugares en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse (Espinosa, *Op. Cit.*).
- 4.) Por último, en el caso de los impactos positivos, la **Potenciación**, que se refiere al incremento de un efecto deseado sobre el ambiente.

Las medidas se diseñaron de tal forma que cumplan con las características propuestas por Gómez-Orea (*Op. Cit.*): viabilidad técnica, eficacia y eficiencia ambiental, viabilidad

²¹ Espinosa G. (2001) *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile (Coed.).183 pp.

económica y financiera, factibilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

Una vez identificados los impactos ambientales, se establecen las medidas correspondientes, de acuerdo con el objetivo de cada. En el **Cuadro VI:1** se enlistan estableciendo relación de los impactos ambiental con las medidas de mitigación en el momento de su acción.

Cuadro VI:1. Impactos ambientales evaluados y medidas de mitigación.

MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS
Afinación y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo	Durante las etapas de preparación del sitio, la construcción y la operación	Prevenir la generación excesiva de emisiones atmosféricas y ruido por la operación de la maquinaria y equipo.
Manejo adecuado de residuos	Durante las etapas de preparación del sitio, la construcción y la operación	Prevenir al 100% las afectaciones al mar y fauna marina por la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
Programa de rescate y reubicación de fauna marina	Previo a la demolición del muelle existente y a la perforación del lecho marino.	Retirar toda especie de fauna marina de desplazamiento lento que se encuentren en el área previo al inicio de los trabajos y posteriormente reubicarlos a las zonas adyacente al proyecto.
Colocación de mallas geotextil para la contención de partículas suspendidas	Demolición del muelle existente, así como durante la perforación del lecho marino para la instalación de los pilotes.	Evitar la dispersión de partículas en suspensión con el aumento de la turbidez del agua por la demolición del muelle existente y por la perforación del lecho marino, con el propósito de proteger la flora y la fauna marina, en especial los arrecifes de coral.
Uso de letrinas portátiles	Preparación del sitio y construcción	Prevenir la contaminación del mar y evitar el fecalismo al aire libre.
Señalización	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Prevenir los riesgos de afectación a la fauna y a las personas por el tránsito y operación de la maquinaria y equipo en la etapa de construcción y operación del proyecto.
Capacitación	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Impartir capacitaciones al 100% del personal involucrado en la obra.
Programa de rescate y reubicación de vegetación marina	Previo a la demolición del muelle existente y a la perforación del lecho marino.	Retirar el pasto marino presente en la superficie donde se efectuarán las actividades de perforación, y posteriormente reubicarlos a sitios cercanos a la zona que presenten características idóneas.

VI.1.1 Medida: Afinación y Mantenimiento Preventivo de maquinaria y equipo

- Impacto al que se dirige
 - A5. Disminución de la calidad del aire por generación polvos y gases por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle
 - B16. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por Instalación de trabes, dovelas y losas precoladas
 - B20. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por vertido de concreto premezclado
 - B22. Disminución del confort sonoro por generación de ruido y vibraciones por colocación de bitas y pantallas de atraque

- Fundamento Normativo

Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Artículo 117.- “Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán periódicamente éstos, con el propósito de controlar, en la circulación de los mismos, las emisiones contaminantes. Dicha verificación deberá efectuarse en los periodos y centros de verificación vehicular autorizados por la Secretaría”

Los generadores de electricidad consumirán combustible fósil por lo que se generará gases de efecto invernadero. Por cada litro de diésel se generan 2.6 kg de CO₂, por ello

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental. - “Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.”

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, 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.

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

Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Garantizar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido provenientes de fuentes móviles, tales como los vehículos de transporte de materiales y de supervisión de obra.

- Descripción de la medida

Los vehículos automotores que usen gasolina y diésel como combustible, se someterán a verificación periódica (anual), misma que será registrada en una bitácora vehicular. Dicha verificación se realizará en los centros de verificación autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio, la construcción y la operación.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar que en el predio no existan evidencias de derrames de hidrocarburos, o cualquier aditivo relacionado con el manejo y mantenimiento de la maquinaria; ni de residuos que hayan entrado en contacto con los mismos, así como de ruido excesivo, lo cual se verificará mediante su medición y comparación con la normatividad aplicable. Se deben recabar evidencias de la verificación y mantenimiento de la maquinaria y vehículos empleados en la obra, así como revisar la bitácora de mantenimiento del promovente.

- Indicador de eficacia.

Debe existir evidencia del mantenimiento del 100% de los vehículos y la maquinaria empleado en el proyecto.

El nivel de ruido del equipo de transporte debe cumplir con lo establecido en la normatividad correspondiente.

Los impactos al cual van dirigidos esta medida de mitigación son impactos moderados, y para verificar si la medida cumple los objetivos establecidos, se requiere de una nueva valoración del impacto, pero considerando el efecto posible esperado de la medida de mitigación, como se realizará a continuación.

VI.1.2 Medida: Manejo adecuado de residuos

- Impacto al que se dirige
 - A2. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle
 - B5. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por perforación del lecho marino
 - B9. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colado de columnas
 - B14. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por empotramiento de pilas
 - B18. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por instalación de travesaños, vigas y losas precoladas
 - B21. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por vertido de concreto premezclado
 - B23. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por colocación de bitas y pantallas de atraque
 - B24. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por acabados y pintura
 - B25. Generación de residuos peligrosos por acabados y pintura
 - C1. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por embarque y desembarque de personas
 - C2. Generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos por limpieza y mantenimiento
- Fundamento Normativo
 - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
 - Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
 - NOM-052-SEMARNAT-2005

Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Quintana Roo

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Garantizar el cumplimiento de las Leyes, Reglamentos y normas oficiales mexicanas en materia de residuos.

- Descripción de la medida

Se presenta la categorización del proyecto como generador de residuos de cada uno de los tipos establecidos en la LGPGIR (**Cuadro VI:2**).

Cuadro VI:2. Categorización del proyecto como generador de residuos

Tipo de residuo	Generación	Categoría		Plan de manejo
		Etapa de construcción	Etapa de operación	
Residuos peligrosos	De 400 kg a 10 ton anuales, en la etapa de construcción	Pequeño Generador	No generará	Requiere registro ante SEMARNAT, pero no plan de manejo.
Residuos de manejo especial	>10 ton anuales, en la etapa de construcción.	Gran Generador	No generará	Requiere Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para la etapa de construcción (Competencia estatal)
Residuos sólidos urbanos	>10 ton anuales (27.4 kg/día) en la etapa de construcción y <27.4 kg/día en la etapa de operación	Gran generador	Pequeño generador	Requiere Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial en la etapa de construcción (competencia estatal)

En función de su tipo, los residuos se manejarán de la siguiente forma:

Residuos peligrosos. Al preverse la generación de 400 kg a 10 ton de residuos peligrosos al año, el proyecto se encuentra en la categoría de pequeño generador en la etapa de construcción, por lo que, en su momento, la obra se registrará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como pequeño generador. Este tipo de residuos será almacenado en un almacén temporal que cumpla con las características mencionadas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, en el que no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Acciones específicas

-El almacén servirá también para el resguardo de combustibles y lubricantes, por lo cual, estará dotado de canaletas o pretilas y fosas de contención con capacidad de almacenar al menos una quinta parte de la capacidad de acopio. De igual forma deberá estar señalizado para su identificación y deberá contener extintor, en la **Figura VI:7** se muestra a manera de ejemplo un almacén temporal de residuos peligrosos



Figura VI:7 Ejemplo de almacén temporal de residuos peligrosos. Fuente: SYLVATICA S.C. ®.

- Control de acceso, pesaje y registro en bitácora. Es necesario llevar a cabo un registro de los residuos peligrosos que se encuentran en el almacén, desde su arribo, así como su retiro del almacén por parte de la empresa recolectora autorizada. De igual forma, tener un inventario de las sustancias que se encuentran resguardadas en el almacén.
- Recolección al menos cada seis meses por una empresa autorizada por la SEMARNAT. Los residuos no deben de permanecer en el almacén temporal por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente.
- Los embalajes que contengan los residuos peligrosos deben estar identificados con un rótulo que tenga las especificaciones del tipo de residuo peligroso. A manera de ejemplo se describe en la **Figura VI:8**.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUO PELIGROSO					
FECHA DE GENERACIÓN DEL RESIDUO: _____					
GENERADOR: _____					
NOMBRE DEL RESIDUO: _____					
ESTADO FÍSICO: SÓLIDO _____ LÍQUIDO _____ SEMISÓLIDO _____					
ESPECIFICAR QUE CARACTERÍSTICAS CRETIB CORRESPONDE AL RESIDUO					
					
Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable	Biológico
OBSERVACIONES: _____					

Figura VI:8 Ficha de identificación de los Residuos Peligrosos generados.

Residuos de manejo especial. En la etapa de preparación del sitio (demolición de la estructura existente) y construcción, se generarán residuos de manejo especial, así como

residuos sólidos urbanos en cantidades mayores a las 10 ton anuales o 27.4 kg/día, por lo que se elaborará un programa de manejo de residuos que será sujeto a autorización por parte de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, el cual establecerá estrategias, tales como el acopio separado de los residuos en contenedores y espacios diferenciados y provistos de etiquetas y tapas, la recolección por empresas autorizadas, la disposición de escombros y residuos de la construcción y la demolición en sitios de tiro autorizados.

Asimismo, al final de cada etapa (demolición, excavación, cimentación, levantamiento de estructuras y construcción de lozas), se procederá a la limpieza del área ocupada, la cual consiste en el retiro de los materiales y residuos que queden en cada actividad.

Acciones específicas

-Se sujetará a autorización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, el programa de manejo de residuos de manejo especial, ya que estos son de competencia del Estado.

-Se establecerán puntos de acopio temporales donde se separarán e identificarán los residuos de manejo especial, en la **Figura VI:9** se muestra a manera de ejemplo un almacén temporal de residuo de manejo especial.

-Se realizará la recolección y transporte de los residuos de manejo especial a sitios de acopio autorizados por la autoridad Estatal. Se requerirá de una bitácora donde se especifique el generador del residuo de manejo especial, fecha de generación, tipo de residuo, así como el encargado del transporte y recolección, y se deberá anexar los manifiestos como evidencia de cumplimiento.



Figura VI:9 Ejemplo de almacén temporal de residuos de manejo especial. Fuente: SYLVATICA S.C. ®.

Residuos sólidos urbanos: Los residuos sólidos urbanos que se generen en la etapa de construcción serán manejados como residuos de manejo especial por su cantidad, y de

acuerdo al programa que en su momento sea autorizado. Los residuos sólidos urbanos generados en la etapa de operación, serán acopiados en contenedores diferenciados por tipo y posteriormente recolectados por la empresa autorizada o concesionada.

Acciones específicas:

-Se establecerán puntos de acopio con contenedores rotulados y provistos de tapa en la etapa de operación del proyecto.

- Los contenedores deberán ser identificados de la siguiente manera:

Contenedores de residuos inorgánicos reciclables: Plásticos (PET, PEAD, etc.), vidrio, aluminio

Contenedores de residuos orgánicos o inorgánicos no reciclables (residuos de alimentos, envolturas y envases no reciclables)

En la **Figura VI:10** se muestra a manera de ejemplo contenedores de residuos sólidos urbanos que pueden ser empleados en el área durante la operación del muelle.



Figura VI:10 Ejemplo de contenedores de residuos sólidos urbanos.

-Se realizará la recolección y transporte de los residuos por parte de la empresa autorizada por el municipio de Cozumel, esto con el fin de que los residuos sean trasladados al relleno sanitario existente.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar que los residuos peligrosos se encuentren resguardados en el almacén correspondiente, que éste cuente con las condiciones establecidas en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, que se lleve correctamente la bitácora de ingreso y salida de los residuos y que éstos sean recolectados por una empresa autorizada, además de que cuente con el registro como pequeño generador.

- Indicador de eficacia.

Los indicadores de eficacia de la ejecución tienen el objetivo de estimar el grado de cumplimiento de los objetivos por comparación entre lo conseguido y lo previsto. Cabe señalar que tanto el manejo de los residuos como la evidencia del cumplimiento se sujetarán a lo establecido por las autoridades correspondientes según su competencia y nivel de generación. El 100% de los residuos deberá ser manejado conforme a su tipo, cantidad generada y de acuerdo a la normatividad aplicable.

VI.1.3 Medida: Colocación de malla geotextil para la contención de partículas suspendidas

- Impacto al que se dirige
 - A3. Aumento de turbidez en el mar por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle
 - B1. Aumento en la turbidez del mar por perforación del lecho marino
 - B7. Aumento de turbidez en el mar por colado de columnas
 - B11. Aumento de turbidez en el mar por empotramiento de pilas
 - B19. Modificación en la calidad del mar por vertido de concreto premezclado
- Estrategia
Prevención
- Objetivo de la medida

Minimizar las posibles afectaciones por la dispersión de partículas producto de la demolición de la estructura existente, así como de la construcción del muelle nuevo.

- Descripción de la medida

Antes del inicio de las actividades de demolición del muelle existente, es necesario la instalación de mallas geotextiles para evitar la dispersión de los sedimentos que puedan generarse durante el proceso de demolición y construcción. La malla geotextil corresponde al modelo PP-T-170 o similar, la cual está formada por fibras de polipropileno de alta tenacidad, la cohesión se realiza por un doble proceso de agujeteado y termosoldado. Debido a sus características mecánicas, la malla permite su aplicación en todos los ámbitos de la construcción. En el **Cuadro VI:3** se presentan las especificaciones de la malla.

Cuadro VI:3. Especificaciones de la malla geotextil a emplear

VALORES NOMINALES		
PROPIEDADES	UNIDADES	GEOTEXTIL PP-T-170
Peso	gr/m ²	170
Espesor	mm	2.00
Resistencia a la tensión	N	426
Elongación	%	80
Resistencia a la punción	N	215
Resistencia al estallamiento	kPa	1,164
Coefficiente de permeabilidad	cm/seg	0.40
Gasto	lmin/m ²	6,500
Permitividad	Seg-1	2.11
Espacio abierto equivalente	mm	0.145
Resistencia al desgarre	N	191

La malla deberá estar colocada alrededor del área de trabajo según la etapa o actividad en la que corresponda y a una distancia aproximada de 2 metros con respecto a este. Se anclará al suelo por el uso de plomos y deberán mantenerse a flote a través de boyas, en la **Figura VI:11** se muestra a manera de ejemplo la malla geotextil a emplear.

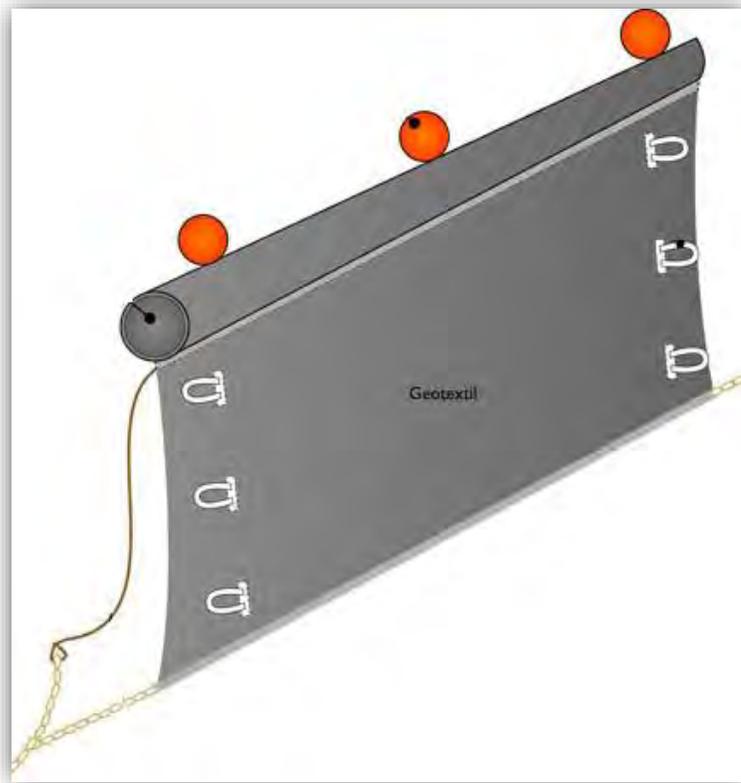


Figura VI:11. Ejemplo de la composición de la malla geotextil a emplear

La forma de colocación de las mallas puede ser en “U” o en “V” dependiendo de las necesidades de la obra. En la configuración en “U”, Dos embarcaciones pueden remolcar una barrera en forma de U dejándose llevar por la corriente aguas abajo, manteniéndose en posición estacionaria, o avanzando aguas arriba hacia la fuente de la dispersión. En la configuración en “V”, la barrera se puede desplegar en forma de “V”, utilizando tres embarcaciones y un “skimmer”. Generalmente es necesario hacer un amarre para mantener la configuración en V. Estas configuraciones se ilustran en la **Figura VI:12**.

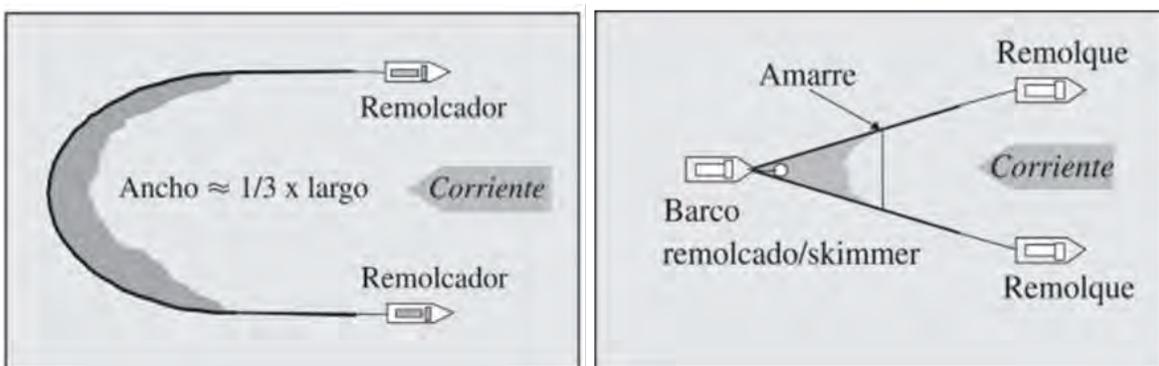


Figura VI:12. Configuraciones para la colocación de las mallas antidispersión. A la izquierda configuración en “U”; a la derecha, configuración en “V”.

El uso de la malla permitirá retener los residuos sólidos en suspensión y sedimentos que se generen durante las actividades de demolición del muelle existente y construcción del proyecto, evitando así que estos se dispersen por acción del oleaje o las corrientes.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio (demolición de la estructura existente) y construcción del muelle nuevo.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar que la malla sea colocada correctamente y su funcionamiento minimice la dispersión de las partículas.

- Indicador de eficacia.

La malla debe estar colocada correctamente y evitar que la mayor parte de las partículas generadas se dispersen hacia zonas más allá del área de influencia del proyecto.

VI.1.4 Medida: Programa de rescate y reubicación de fauna marina

- Impacto al que se dirige
 - A1. Ahuyentamiento de fauna por fragmentación y retiro de concreto y acero del muelle
 - B2. Ahuyentamiento de fauna marina por perforación del lecho marino
 - B8. Ahuyentamiento de fauna por colado de columnas
 - B12. Ahuyentamiento de fauna marina por empotramiento de pilas
 - B17. Ahuyentamiento de fauna por instalación de traveses, dovelas y losas precoladas

- Fundamento Normativo
NOM-059-SEMARNAT-2010

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Minimizar la afectación del proyecto sobre la fauna marina.

- Descripción de la medida

Una vez delimitada el área de trabajo y que se hallan colocado las mallas, es necesario realizar actividades rescate de fauna marina dentro del área de trabajo del proyecto, la cual quedo delimitada por el perímetro de la malla. El objetivo es retirar toda especie de fauna marina de desplazamiento lento que se encuentren en el área previo al inicio de los trabajos y posteriormente reubicarlos a las zonas adyacente al proyecto. Estas actividades serán ejecutadas por personal capacitado en los que se incluye buzos especializados.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar y tomar evidencia de que se realice la exploración y reubicación de los organismos que se encuentren en el sitio antes de iniciar las actividades del proyecto.

- Indicador de eficacia.

El número y especies de organismos de fauna que se rescate del área del proyecto y reubiquen en sitios seguros.

VI.1.5 Medida: Señalización

- Impacto al que se dirige

Esta medida está dirigida a prevenir todos los impactos de la etapa de preparación del sitio, construcción y operación sobre la fauna, el agua, el suelo y el paisaje.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Minimizar la afectación del proyecto sobre la calidad del agua marina, suelo y fauna.

- Descripción de la medida

En cada etapa de la obra, durante la preparación del sitio y construcción, así como en la operación, se colocarán letreros para informar y concientizar a los trabajadores y usuarios

de las medidas de prevención y mitigación de impactos adoptadas en el proyecto, principalmente en los siguientes temas:

- Manejo de residuos. Forma de separación, lugares de acopio, prohibición de depositarlos en ciertas áreas, señalización del almacén de residuos peligrosos, etc.
- Respeto a la fauna. Prohibición de realizar actividades de pesca, recolección, captura o asedio de ejemplares de fauna marina, salvo las que se realicen para realizar el rescate correspondiente.
- Señalización de seguridad. Áreas riesgosas, advertencias, señalización horizontal y vertical del muelle y accesorios para la comunicación de embarcaciones.
- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar y tomar evidencia de que se cuente con los letreros y señales correspondientes, así como su cumplimiento.

- Indicador de eficacia.

Deberá verificarse y evidenciarse la presencia y cumplimiento de las señales preventivas correspondientes.

VI.1.6 Medida: Capacitación

- Impacto al que se dirige

Esta medida está dirigida a prevenir todos los impactos de la etapa de preparación del sitio, construcción y operación sobre la fauna, el agua, el suelo y el paisaje.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Minimizar la afectación del proyecto sobre la calidad del agua marina, suelo y fauna.

- Descripción de la medida

En cada etapa de la obra, durante la preparación del sitio y construcción, así como en la operación, se impartirán pláticas y conferencias para informar, concientizar y capacitar a

los trabajadores de las medidas de prevención y mitigación de impactos adoptadas en el proyecto, principalmente en los siguientes temas:

- Manejo de residuos. Forma de separación, lugares de acopio, prohibición de depositarlos en ciertas áreas, señalización del almacén de residuos peligrosos, estrategias del programa de manejo autorizado, etc.
- Respeto a la fauna. Prohibición de realizar actividades de pesca, recolección, captura o asedio de ejemplares de fauna marina, salvo las que se realicen para realizar el rescate correspondiente.
- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar y tomar evidencia de las pláticas y eventos de capacitación llevados a cabo durante la ejecución del proyecto.

- Indicador de eficacia.

Deberá verificarse a través de listas de asistencia y fotografías, la impartición de pláticas sobre los distintos aspectos ambientales de la obra.

VI.1.7 Medida: Uso de letrinas portátiles

- Impacto al que se dirige

La presente medida se dirige a impactos descritos en la etapa de preparación del sitio y construcción sobre el componente agua.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Evitar el fecalismo al aire libre que puede ser generado por los trabajadores durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

- Descripción de la medida

Se instalarán letrinas portátiles en una razón de 1 por cada 20 trabajadores. Dicho servicio de letrina será solicitado ante una empresa que cuente con las autorizaciones o permisos

por parte de la autoridad correspondiente. La empresa se encargará del traslado de las letrinas al lugar de trabajo, mantenimiento y limpieza.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar y tomar evidencia del mantenimiento y limpieza que reciben las letrinas.

VI.1.8 Medida: Programa de rescate y reubicación de pastos marinos

- Impacto al que se dirige
 - B3. Cambio y pérdida en el suelo marino por perforación del lecho marino
 - B4. Pérdida de vegetación acuática por perforación del lecho marino
 - B6. Modificación del paisaje del fondo marino por perforación del lecho marino

La presente medida se dirige a impactos descritos en la etapa de preparación del sitio y construcción sobre el componente vegetación.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Implementar y ejecutar actividades para la preservación y conservación de vegetación marina que se encuentre bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o con alguna importancia ecológica.

- Descripción de la medida

Se implementarán técnicas para el rescate y reubicación de los pastos marinos presentes en el área de desarrollo del proyecto, principalmente en las áreas donde se realizará la instalación de los pilotes.

- Momento de la aplicación

Previo a las actividades de preparación del sitio y construcción, así como en el transcurso de estas para monitorear la supervivencia de las especies rescatadas y reubicadas.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar y tomar evidencia de la supervivencia de las especies rescatadas y reubicadas.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, o que no admiten la aplicación de las mismas y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

Habiendo previsto todas las medidas de mitigación de los impactos recuperables del proyecto y no permanentes del proyecto, los resultados anteriormente expuestos en el apartado de valoración de los impactos considerando las medidas preventivas y de mitigación, muestran que existen impactos cuyo valor no presentó ningún cambio, es decir, que aun con las medidas de mitigación propuestas, estos impactos prevalecen o que no es aplicable ninguna medida por el carácter irrecuperable del impacto. Estos impactos son los que se relacionan con los cambios en el suelo marino derivado de la instalación de los pilotes, así como el imperceptible cambio en los procesos costeros.

VI.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El promovente deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro (artículo 51 del REIA) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental. Ciertos procedimientos jurídico – administrativos (por ejemplo, un recurso de revisión con la solicitud de suspensión) requieren que la autoridad pueda conocer los importes parciales de la inversión prevista (gastos preoperativos, etc.) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto se proporciona la información sobre la estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante la fase de preparación construcción, operación y abandono del proyecto.

En el **Cuadro VI:4** se presenta una síntesis de los costos de ejecución de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el proyecto. El costo total de la propuesta de mitigación resultó en \$584,000.00 (quinientos ochenta y cuatro mil pesos, 00/100 M.N) para el primer año en la etapa de preparación del sitio.

Cuadro VI:4. Conceptos y costos de la propuesta de mitigación

Medida	Etapa de preparación del sitio (primer año)
Manejo adecuado de residuos	\$156,000.00
Colocación de malla geotextil para la contención de partículas suspendidas	\$250,000.00
Afinación y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo	\$30,000.00
Rescate y reubicación de fauna y vegetación marina.	\$60,000.00
Señalización	\$20,000.00
Uso de letrinas portátiles	\$18,000.00
Capacitación	\$50,000.00
Costo total de la propuesta	\$584,000.00

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

La Evaluación del Impacto Ambiental es un instrumento preventivo y predictivo, cuyo objetivo es conocer con cierto grado de certidumbre las consecuencias de ciertas actuaciones (obras y actividades) en el sistema ambiental. Por esta razón una de las metas que tiene este instrumento es la de establecer una imagen futura del estado del sistema en el marco de ciertos supuestos establecidos. El enfoque que da la normatividad ambiental para este ejercicio de pronóstico es el de escenarios. Es decir, deben diseñarse imágenes detalladas de rutas plausibles del futuro suficientemente vívidas para ilustrar problemas, desafíos y oportunidades que podrían tener que enfrentarse a medida que se desarrolla el futuro (Gordon & Glenn, 2018)²² y dentro de las cuales se realizan proyecciones de los indicadores o medidas de los impactos en el sistema ambiental y el estado o calidad futuros del mismo.

Entendiendo el concepto de pronóstico como la estimación o previsualización del estado futuro probable de un sistema bajo diferentes condiciones iniciales, el objetivo de la presente sección es realizar un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio (Sistema Ambiental Regional), considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación. Lo que se busca, es una síntesis que conecte las caracterizaciones del sistema ambiental, la identificación de los impactos ambientales sin y con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos para finalmente llegar a una conclusión sobre el estado final esperado del sistema ambiental en su conjunto.

Uno de los resultados esperados de cualquier proceso de evaluación de impacto ambiental es la calidad ambiental resultante de las actuaciones humanas sobre el ambiente en el que se circunscriben. La forma de expresar o determinar la calidad ambiental requiere ir más allá de las categorías de “buena calidad” y “mala calidad” o de “calidad admisible” y “calidad inadmisibles”, ya que el ambiente se concibe como un sistema complejo y el nivel de calidad ambiental se manifiesta siempre en un rango que hace que la frontera entre juicios de valor que presentan este tipo de dualidad en contrarios sea difusa o que no se pueda determinar de forma rígida. Por estas razones se han desarrollado métodos que convierten los indicadores cuantitativos de calidad ambiental con unidades heterogéneas dimensionales

²² Gordon, T., & Glenn, J. 2018. Interactive Scenarios. En L. Moutinho, & M. Sokele, Innovative Research Methodologies in Management (págs. 31-61).

a unidades de calidad ambiental adimensionales homogéneas expresadas en números difusos que reflejen el grado de adecuabilidad del ambiente, para efectos de que puedan ser comparados entre ellos. Además, estos métodos atenúan la incertidumbre inherente a los métodos de evaluación de impacto ambiental convencionales.

Para el siguiente apartado se emplearon dos modelos que permiten describir las tendencias y consecuencias a producir en cada escenario y se realizan las simulaciones o predicciones que reflejen la evolución del sistema hacia el futuro. A continuación, se describe la metodología de cada uno de ellos.

VII.1 MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS (MCD)

Los mapas cognitivos difusos son gráficos que están compuestos de conceptos o variables representados por nodos, los cuales simbolizan eventos, entradas, salidas, acciones, metas, valores y tendencias de sistemas complejos; y de arcos ponderados que representan las relaciones entre ellos con puntas de flecha que muestran la dirección de las relaciones, a los que se asignan valores que muestran el grado de relación causal entre los conceptos. Estas relaciones pueden ser negativas ($w_{ij}<0$), si el incremento de una variable produce un decremento en la otra; positivas ($w_{ij}>0$), si el incremento de una variable produce un incremento en la otra; o neutras ($w_{ij}=0$), si no existe dicha relación²³.

Este método fue posteriormente aplicado para la modelación ecológica por Özesmi & Özesmi²⁴, Papageorgiou & Kontogianni y Mourhir, et al. entre otros autores, tanto para la modelación de sistemas ambientales como para la evaluación de políticas y decisiones que afectan a éstos. En el presente Estudio de Impacto Ambiental, este método se aplica para el pronóstico ambiental y construcción de los escenarios que incluyen la implantación del proyecto considerando y sin considerar las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados.

Para la construcción de los escenarios con el proyecto sin aplicar y aplicando las medidas de mitigación con el método de mapas cognitivos difusos, se utilizó la herramienta Mental Modeller® (Gray, 2019) en su versión en línea, donde se incorporaron los componentes ambientales, impactos y otros factores que corresponde al carácter de nodo, siendo el principal nodo el proyecto “Muelle Aldora Cozumel” respectivamente con las tres etapas (preparación del sitio, construcción y operación).

²³ Groumpos, P. P. (2010). Fuzzy cognitive maps: Basic theories and their application to complex systems. In Fuzzy cognitive maps (pp. 1-22). Springer, Berlin, Heidelberg.

²⁴ Özesmi, U., & Özesmi, S. L. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. Ecological modelling, 176(1-2), 43-64.

Para el segundo escenario además de lo anterior, se añadieron de igual forma las medidas de prevención y mitigación de impactos. La aproximación metodológica para la construcción del modelo y los escenarios se extrajo de Mourhir *et al*²⁵. Dicho método se muestra gráficamente en la **Figura VII:1**. El alcance del procedimiento realizado en el presente documento, se delimita con la línea punteada naranja, ya que el objetivo, más que evaluar políticas o alternativas de decisión es el de generar una idea de los posibles cambios en el estado del Sistema Ambiental Regional, considerando los escenarios propuestos.

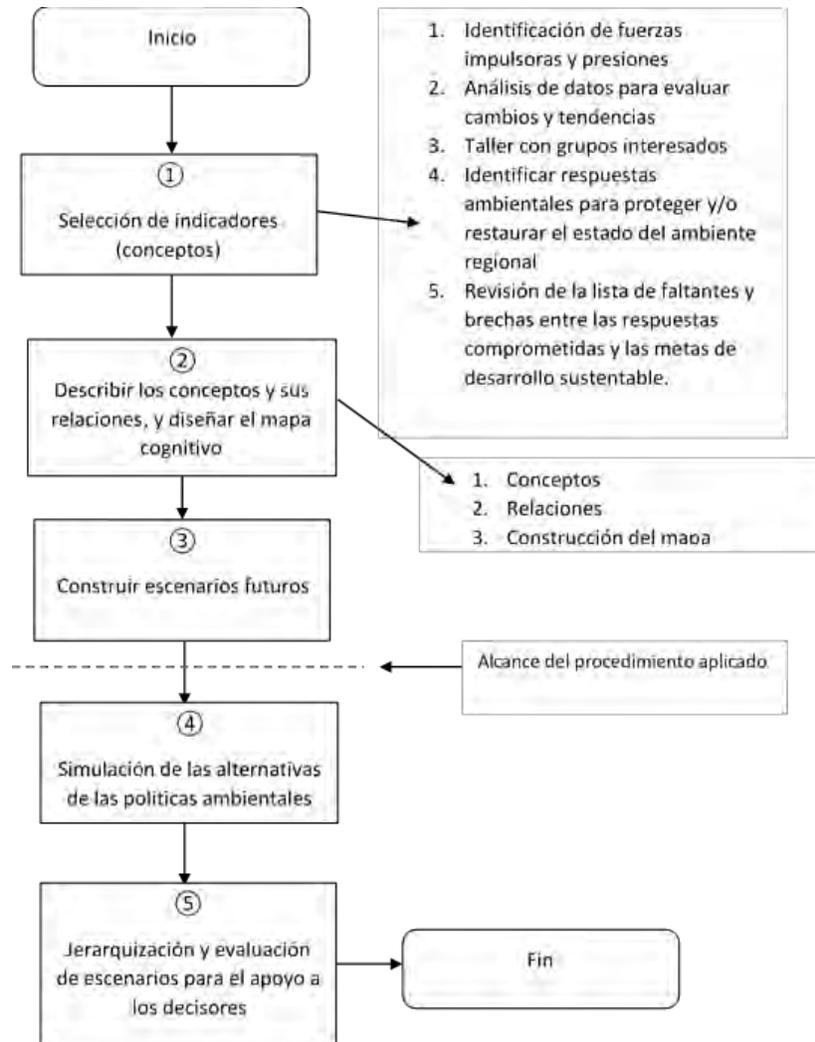


Figura VII:1. Proceso para la construcción del modelo y los escenarios

En primer lugar, se establecieron las variables y componentes del sistema ambiental y del proyecto (preparación, construcción y operación del Muelle Aldora y medidas de mitigación). Posteriormente se establecieron relaciones entre componentes y se le

²⁵ Mourhir, A., Rachidi, T., Papageorgiou, E. I., Karim, M., & Alaoui, F. S. (2016). A cognitive map framework to support integrated environmental assessment. *Environmental modelling & software*, 77, 81-94.

asignaron valores de acuerdo a las intensidades de relación de acuerdo al siguiente cuadro (Cuadro VII:1).

Cuadro VII:1. Baremo de valoración de la fuerza de conexión entre variables. Fuente: Papageorgiou & Kontogianni²⁶

Fuerza de conexión	Signo y fuerza de la relación (peso lingüístico)	Peso (-1 a 1)
-6	Negativamente Demasiado fuerte	-1
-5	Negativamente Muy fuerte	-0.9
-4	Negativamente Fuerte	-0.75
-3	Negativamente Mediana	-0.5
-2	Negativamente Débil	-0.3
-1	Negativamente Muy débil	-0.1
0	Cero (sin relación)	0
1	Positivamente Muy débil	0.1
2	Positivamente Débil	0.3
3	Positivamente Mediana	0.5
4	Positivamente Fuerte	0.75
5	Positivamente Muy fuerte	0.9
6	Positivamente Demasiado fuerte	1

De lo anterior resulta una red que representa el sistema ambiental en interacción con el proyecto y una matriz que muestra las fuerzas de relación entre los componentes del mismo.

Se usó la función sigmoïdal para normalizar los valores de cambio a un rango de -1 a 1 siendo menor a 0, mayor a 0 o igual a 0, según disminuya, aumenten o se mantengan iguales las variables de respuesta, respectivamente; así como la medida en la que se incrementen. Esto implica que la variación en el rango de -1 a 0 (decrementos) es mayor que en el rango de 0 a 1 (incrementos) y la tasa de variación alcanza su máximo cuando el valor del cambio de la variable en cuestión es igual a 0.0. Esto es así debido a que dicha función tiene la forma que se muestra en la **Figura VII:2**. En consecuencia, un valor de incremento o decremento de alguna variable que sea el doble del valor de otra no significa que la magnitud real del cambio de esa variable sea del doble.

²⁶ Papageorgiou, E., & Kontogianni, A. (2012). Using fuzzy cognitive mapping in environmental decision making and management: a methodological primer and an application. In International Perspectives on Global Environmental Change. IntechOpen

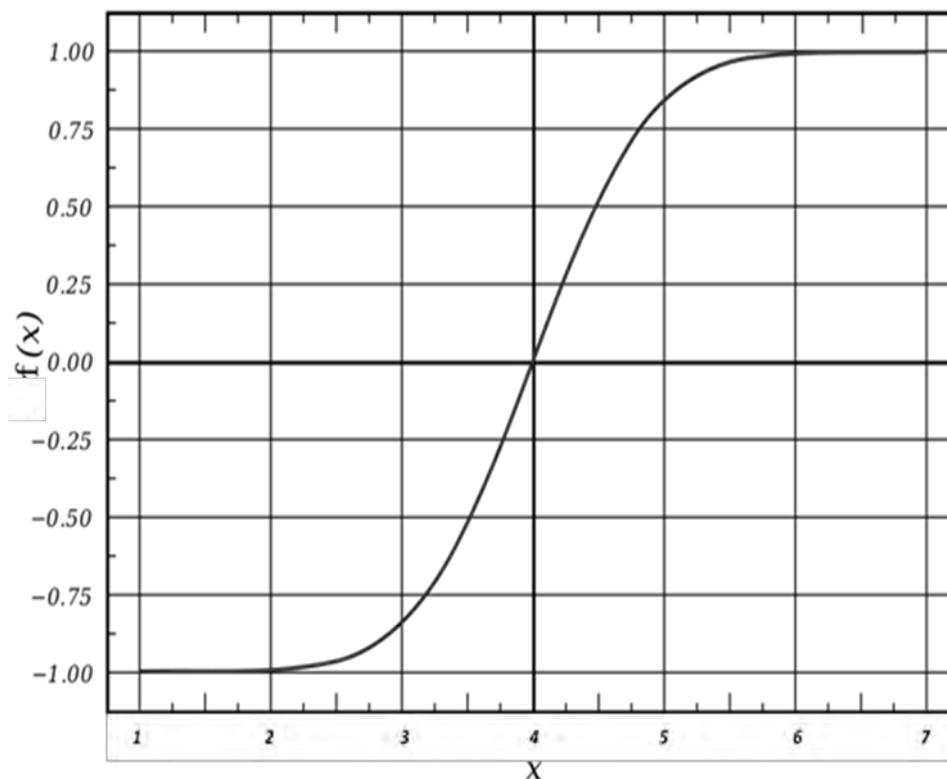


Figura VII:2.Función de transformación para la construcción de los escenarios

VII.2 ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO (K-SIM)

El análisis de impacto cruzado se desarrolló por la necesidad de mejorar la construcción de los escenarios derivados de la aplicación de la técnica Delphi, fue desarrollado por Kane. Las principales características a mejorar fueron la confiabilidad y la coherencia de los resultados. Desde entonces, el método ha sido ampliamente difundido y empleado, y ha tomado fuerza entre las personas interesadas en el análisis y construcción de escenarios. El método consiste en que un grupo de expertos define un tema o un sistema de interés con el propósito de analizar su comportamiento dinámico en el tiempo y poder predecir su futuro posible.

Para esto el grupo identifica un conjunto de eventos relevantes que están íntimamente relacionados con el tema y también identifica otros eventos que podrían surgir y modificar significativamente su tendencia futura. En seguida, el grupo asigna a todos los eventos una calificación inicial de ocurrencia basada en su experiencia personal (probabilidades subjetivas).

El método KSIM consiste en que un grupo de expertos define un tema o sistema de interés con el propósito de analizar su comportamiento dinámico en el tiempo y poder predecir su

futuro posible. La relación por pares de eventos produce fenómenos de cascada, ya que cuando un evento A impacta en un evento B, a su vez B va a impactar a otros eventos y así sucesivamente.

La ventaja más importante del método es que da oportunidad de estudiar en forma ordenada y sistemática la manera en que interactúa un grupo de eventos interdependientes a través del tiempo, por lo que se considera que, para los fines que persigue este estudio, el método KSIM de valoración de impactos cruzados, es una manera viable de estudiar el comportamiento de los factores ambientales evaluados a través del tiempo.

Primero, se asignó una probabilidad inicial de ocurrencia a cada uno de las afectaciones evaluadas en este estudio de impacto ambiental, conforme a la valoración absoluta de los impactos ambientales para cada componente. Es decir, a mayor valoración absoluta del factor ambiental, mayor probabilidad de presentarse en el tiempo inicial de la evaluación. Posteriormente, se hizo una valoración de impacto relativo de cada uno de los eventos para evaluar cómo interactúa con los demás eventos analizados. Esta valoración de impacto relativo estima la probabilidad del impacto a_{ij} de cada una de las interacciones de los factores ambientales en una escala arbitraria (en este caso de -4 a 4).

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En caso de no realizar el proyecto, prevalecerían las condiciones actuales del sitio y su área de influencia. Actualmente, en el sitio donde se pretende ubicar el Muelle Aldora Cozumel, existe una estructura que presenta un colapso en una de las plataformas perpendiculares a la pasarela principal, que conforman un muelle tipo "T", el cual permanecería sin la funcionalidad necesaria para los servicios de atraque y pernocta de embarcaciones.

En relación a la generación de empleos, actualmente en el sistema ambiental hay una fuente de empleos permanentes dentro del centro de población de la isla, aún sin la existencia del proyecto; sin embargo, la plantilla de trabajadores se encuentra cubierta, en tanto que el proyecto generaría empleos adicionales. Existe una fuente de comercio permanente dentro del centro de población de la isla, aún sin la existencia del proyecto; sin embargo, la construcción del muelle agregaría derrama económica a la zona, debido al gasto generado por el empleo y por la obra misma.

Respecto a la suspensión de sedimentos, ésta ocurre de manera natural debido a la acción del oleaje y de las corrientes marinas alineadas a la costa. La suspensión de sedimentos de tipo antrópica ocurre debido a la presencia de embarcaciones de calado menor en la zona, aún sin la implementación del proyecto; por lo que se trata de un impacto presente en la actualidad.

La generación y presencia de residuos sólidos urbanos ocurre actualmente en el sitio del proyecto y su área de influencia, dado que la zona es transitada constantemente por residentes de la isla y turistas. Esto permanecería de esta forma aun sin la ejecución del proyecto.

En el sistema ambiental las fuentes generadoras de ruido y de emisiones atmosféricas se encuentran presentes aún sin la existencia del proyecto. Principalmente son fuentes móviles tales como automóviles, motocicletas, embarcaciones de diferente calado, entre otros. En la actualidad, el hábitat marino se encuentra en constante alteración debido a la afluencia de los turistas o visitantes que día a día acuden a la Isla; sin embargo, se mantiene en buen estado de conservación, sin evidencias de contaminación, de tal modo que el hábitat disponible es extenso.

En relación a la calidad visual del paisaje, en las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona corresponde al de un medio urbano y turístico con infraestructura para servicios, tanto en la parte terrestre como en la parte marina del sistema ambiental del proyecto. La calidad del paisaje, en el escenario actual, se puede observar en la **Figura VII:3**.



Figura VII:3. Imágenes de la calidad actual del paisaje en el área del proyecto. A la izquierda una fotografía aérea de las condiciones actuales de la zona de influencia del proyecto. A la derecha, la fotografía del paisaje donde se encuentra el muelle existente en el sitio del proyecto.

Con respecto a la presencia de organismos, el sitio del proyecto y la zona de aprovechamiento proyectada presenta flora y fauna marina, de acuerdo con lo descrito en el capítulo IV del presente estudio. Por lo tanto, aun sin la existencia del proyecto, el sitio se mantendría en tales condiciones. El hábitat existente dentro de la zona de desplante del proyecto, se conservaría las condiciones actuales, incluyendo el efecto del muelle existente.

En conclusión, en el sitio del proyecto y su zona de influencia, se observan impactos propios de un área turística urbanizada y de las actividades que en ésta se llevan a cabo, por lo que

no se trata de un medio prístino, sino con notable presencia humana y con las perturbaciones que se dan frecuentemente en este tipo de paisajes. Por lo tanto, el medio presenta condiciones adecuadas para el asentamiento del proyecto, ya que éste no representaría cambios significativos en la calidad del mismo. Esto último será reforzado en los apartados siguientes, en los que se describen los escenarios con el proyecto sin considerar y considerando las medidas preventivas y de mitigación de impactos.

VII.3.1 Escenario sin proyecto obtenido con la metodología de MCD

En la **Figura VII:4** se representa de manera gráfica el Mapa Cognitivo Difuso para el escenario sin proyecto. En el mapa se anexa un componente (nodo) el cual se define como “Obras similares existentes”, ya que actualmente existe la presencia de un muelle en el área propuesta para el desarrollo del proyecto, así como en la zona Oeste del proyecto se encuentra el muelle de la Terminal de Cruceros Punta Langosta y del lado Este el muelle de la Terminal San Miguel, Cozumel.

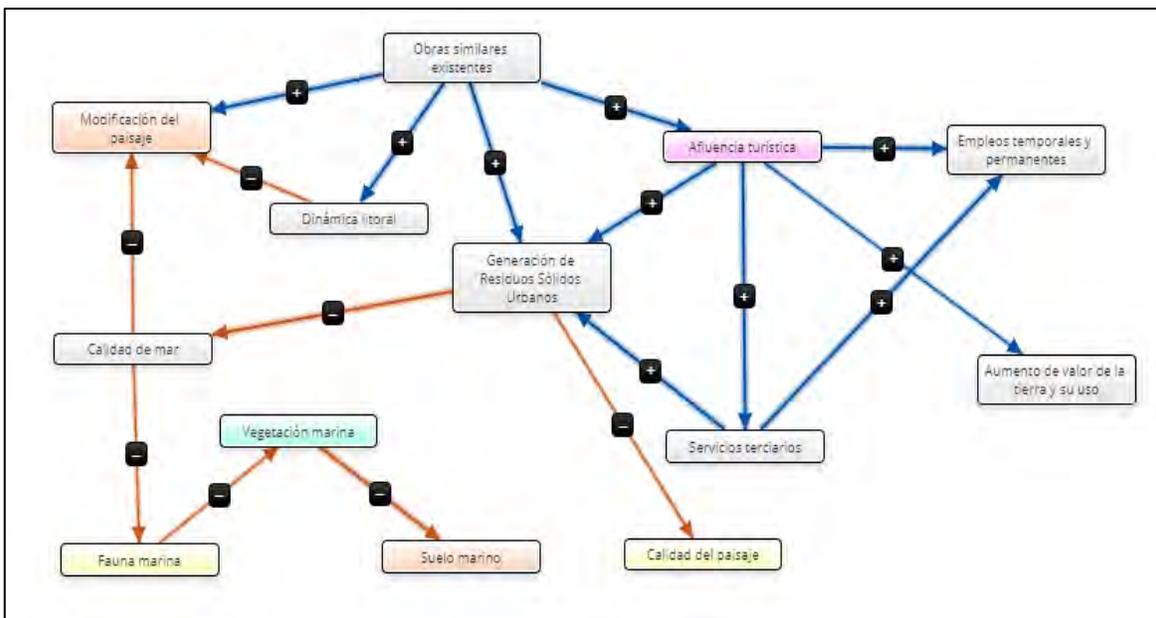


Figura VII:4. Mapa cognitivo difuso del Sistema Ambiental en el escenario sin proyecto.

En la **Figura VII:5** se ilustra una gráfica con los incrementos y decrementos considerados en el escenario sin el proyecto. Debido a las condiciones actuales a las áreas aledañas al proyecto y sobre todo por la ubicación privilegiada de la Isla, existe un auge en el desarrollo de actividades enfocadas al turismo, lo cual ha conllevado a la construcción de equipamiento portuario como lo son los muelles cercanos al área donde se realizará el

Muelle Aldora, por lo cual, al analizar el escenario sin el proyecto se observa que por la afluencia turística hay generación de residuos, que de no ser manejados de manera correcta pueden alterar la calidad del paisaje, calidad del mar y por consiguiente la calidad de la vegetación y perturbación marina. De igual forma, debido al turismo se requiere de servicios terciarios (transporte, alimentos y bebidas, entre otros) lo que genera empleos temporales o permanentes.

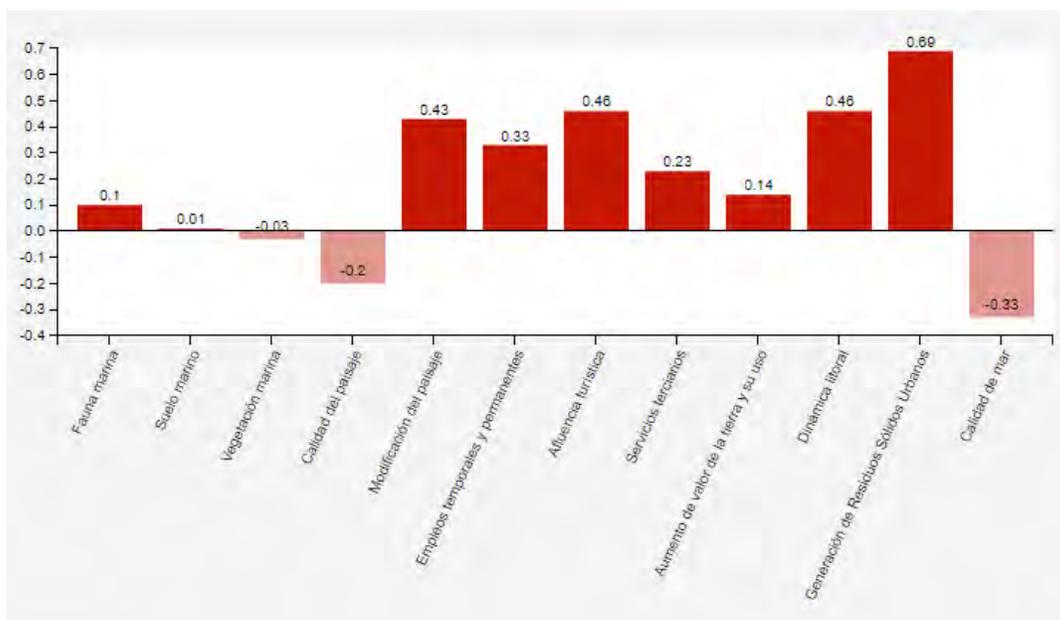


Figura VII:5. Gráfico de barras incrementos y decrementos considerando el escenario sin el proyecto.

VII.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Cozumel tiene un protagonismo como puerto de cruceros turísticos en la región del Caribe, debido a la disponibilidad de recursos naturales aptos para el desarrollo del turismo, además de combinar condiciones poco comunes que favorecen la interacción entre regiones económicas de alta capacidad económica, entre otras alternativas, la cual se manifiesta con el gran afluente de cruceros turísticos a nivel mundial que arriban a ella.

Hacia los años setenta del siglo pasado comenzó en Cozumel la actividad turística de cruceros, la cual tuvo un dinámico crecimiento en las décadas de los ochenta y noventa, hasta convertirse en el importante destino turístico que es hoy. Por ejemplo, en el 2006 arribaron 1,058 cruceros con 2.6 millones de turistas, para el 2016 ingresaron 3.6 millones por este medio, (Valadez, 2017) y se espera que para el cierre del año 2019 Cozumel romperá la barrera de 1,300 cruceros y se acercará a los 5 millones de pasajeros (Editor II, 2019) según lo establece la Directora de la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo, Alicia Ricalde.

La isla cuenta con una moderna infraestructura portuaria. Integra tres terminales internacionales de cruceros, una terminal de transbordadores y un muelle menor en San Miguel, los cuales brindan servicio a embarcaciones de conexión, turística y de pasajeros (Padilla, 2019).

Con la instalación del Muelle Aldora se espera un mayor arribo de turistas nacionales e internacionales. A pesar que el muelle no tendrá uso para embarque y desembarque de turistas, su construcción permitirá que haya mayor espacio para navíos, permitiendo así la afluencia turística. El muelle servirá para el desembarque de la tripulación, atraque y pernocta de embarcaciones. La economía de la zona insular se verá en crecimiento debido a la demanda de servicios que cumplen con la satisfacción de las necesidades de la tripulación, destacando servicios como centros comerciales, servicios de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas, entre otros. De igual forma, se generarán empleos involucrados en el resguardo y mantenimiento del muelle.

Mencionando las actividades que se desarrollarán durante las tres etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación, considerando y realizando el supuesto que no se aplicarán las medidas correctivas necesarias, se espera que, durante las acciones de demolición del muelle existente y la construcción del proyecto nuevo la fauna y vegetación marina se vea afectada de manera moderada. Los frentes de trabajo generarán residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos y bebidas, si estos residuos no reciben la gestión adecuada estos pueden tener una disposición final inapropiada como ser arrojados al mar o que se dispersen por acción del viento o la fauna circundante al área del proyecto. La dispersión de sedimentos durante la demolición del muelle existente, así como las actividades de colado de pilotes puede disminuir la calidad del mar y afectar a la fauna o vegetación presente.

En caso de no hacer uso de letrinas portátiles, el personal laboral en el peor de los casos realizaría sus necesidades fisiológicas al aire libre, con la posibilidad de contaminación del mar por coliformes fecales, generar una imagen inadecuada del paisaje, así como olores desagradables en las zonas aledañas al área del proyecto.

El arribo de los navíos causará la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos, así como de aguas residuales por el uso de los sanitarios, dichos aspectos ambientales se originan por los empleados permanentes o temporales presentes en el muelle. En caso de no tener instalaciones correctas para el manejo de los residuos o en su caso no contar con la recolección de estos por parte del Ayuntamiento correspondiente se generarán impactos ambientales negativos, situación similar ocurrirá si las aguas residuales generadas por el uso de los sanitarios no son canalizadas de manera

correcta al drenaje del municipio. Dichos escenarios son esperados si no se aplican las medidas de mitigación o correctivas pertinentes.

En conclusión, la localización de la isla Cozumel y los recursos naturales con los que cuenta son elementos suficientes para justificar el éxito de la isla como centro turístico y crucerista de calidad mundial, aunado a esto, Cozumel en el presente año recibió la distinción de Cruisers's Choice cruisecritic, 2019 (The Independent Traveler, Inc., 2019), por lo cual refleja una planeación para disponer de instalaciones especializadas para la recepción de grandes cruceros, así como de instalaciones destinadas para transbordar, pernoctar y resguardar embarcaciones para el descenso de tripulaciones, evitando así que se obstaculice la operación de las demás existentes, función que cumplirá la construcción del Muelle Aldora.

VII.4.1 Escenario con proyecto obtenido con la metodología de MCD

En la **Figura VII:6** se describe el escenario con proyecto obtenido con la aplicación de la metodología de Mapas Cognitivos Difusos. En el mapa se anexan los componentes ambientales, las etapas del desarrollo del proyecto, impactos ambientales y acciones exógenas al proyecto que se originan por la operación del muelle.

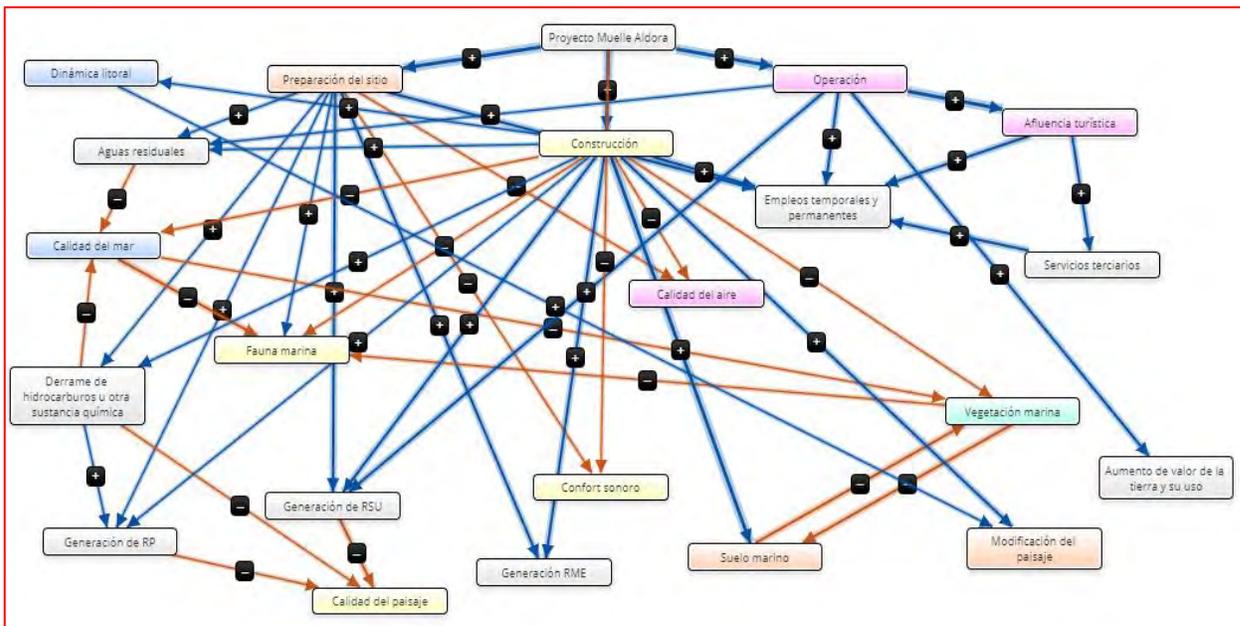


Figura VII:6. Mapa cognitivo difuso del escenario con el proyecto sin considerar la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

En la **Figura VII:7** se plasma la gráfica de barras de incremento y decrementos considerando el escenario con el proyecto sin la aplicación de las medidas preventivas o de mitigación de impactos. Se interpreta que las actividades involucradas al desarrollo del proyecto como lo

es la demolición del muelle y el proceso constructivo como el colado de pilotes y estructuras prefabricadas generarán ruido que disminuirá el confort sonoro y los polvos o gases emitidos disminuir ligeramente la calidad del aire, las actividades constructivas aumentarán el ahuyentamiento de la fauna marina, así como habrá mayor pérdida de suelo marino y disminuirá la vegetación marina. Habrá generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos que de no ser manejados adecuadamente la calidad del mar y paisaje disminuye. La presencia de los trabajadores durante la preparación del sitio y construcción generarán aguas residuales, así como la tripulación o trabajadores durante la operación del muelle. Por la operación del proyecto se generará mayor afluencia turística, así como la generación de empleos permanentes y temporales, lo cual se refleja en actividades exógenas al proyecto como mayor demanda de servicios terciarios y el aumento del valor de la tierra y su uso. Para el análisis y proyección de la construcción del muelle, se hizo previamente modelaciones del comportamiento de la dinámica mar en caso de la presencia de fenómenos meteorológicos y seleccionando la ubicación del muelle que genere una mínima variación en la dinámica litoral, sin embargo, dicho impacto se ve reflejado en el escenario del proyecto.

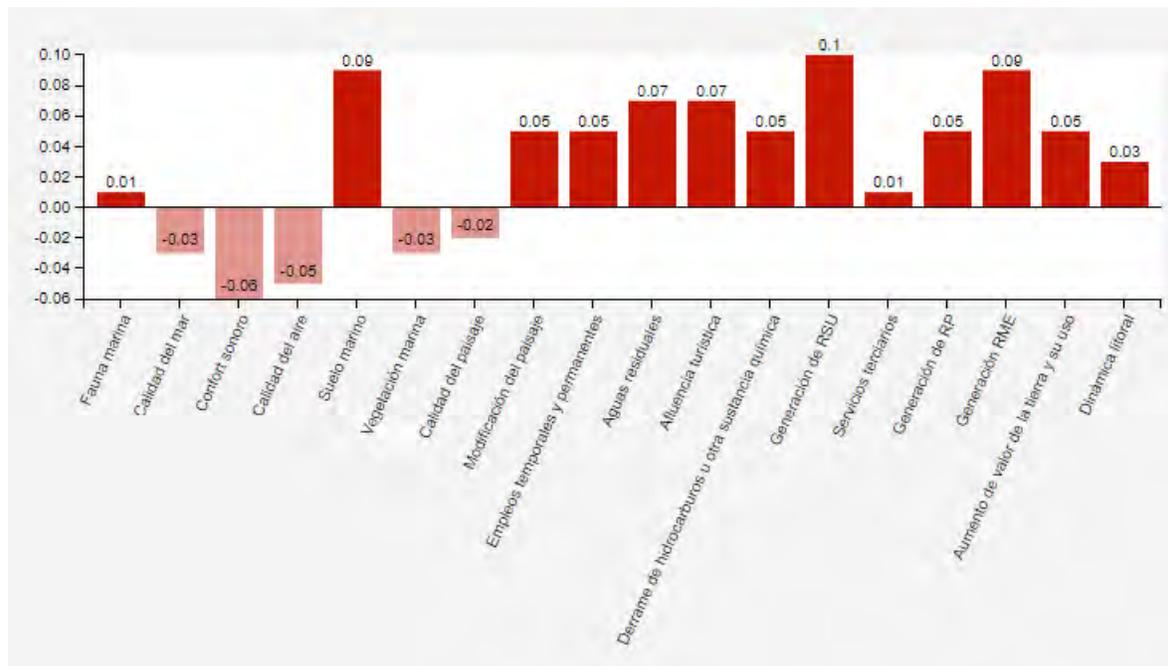


Figura VII:7. Gráfico de barras incrementos y decrementos considerando el escenario con el proyecto sin la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación de impactos.

VII.4.2 Escenario con proyecto obtenido con la metodología de impacto cruzado.

En la **Figura VII:8** se describe el escenario con proyecto obtenido con la metodología de impactos cruzados, donde los componentes ambientales impactados fueron los eventos analizados. Los componentes que presentan variaciones son los siguientes: la presencia de fauna se verá reducida por las actividades de preparación de sitio y construcción, la calidad del mar será disminuida y habrá pérdida de vegetación. Por la operación del muelle se espera un aumento en el potencial turístico, sin embargo, en caso de no mitigar o reducir los impactos ambientales a generarse por la ejecución del proyecto, el desarrollo económico puede verse afectado. Los demás componentes se presentan con una probabilidad semejante a presentarse.

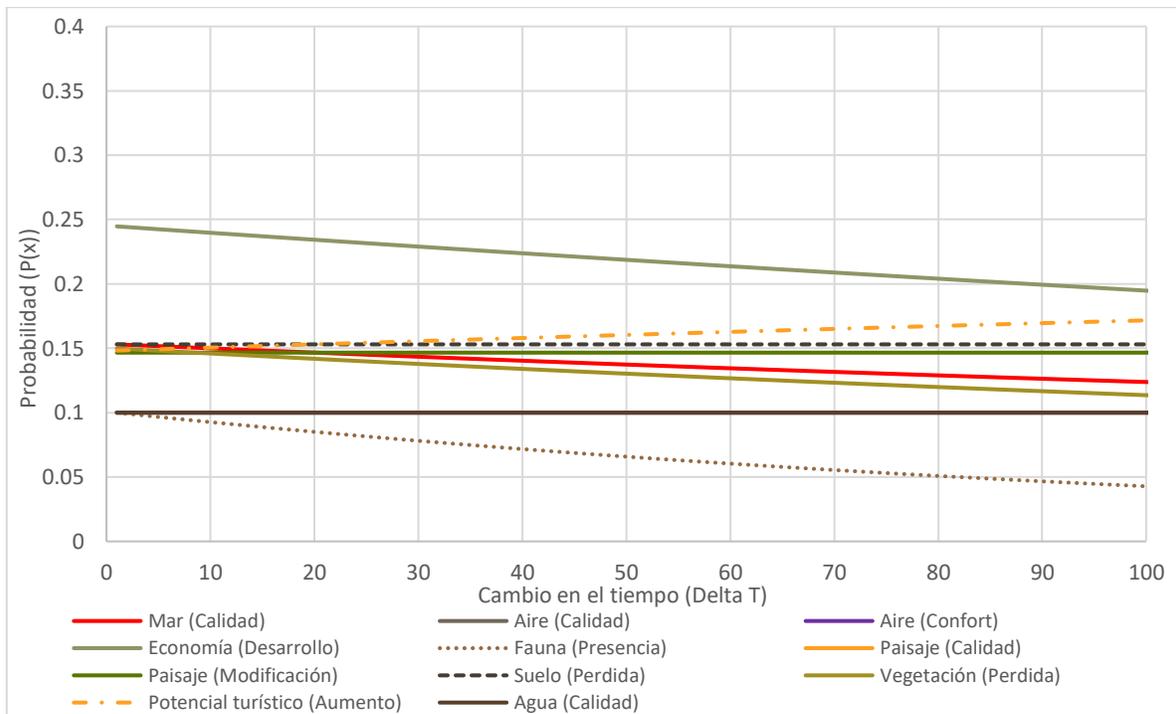


Figura VII:8. Grafica de impactos cruzados con el proyecto sin considerar la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

VII.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Como se mencionó en el análisis anterior, la Isla de Cozumel es uno de los principales destinos turísticos, favorito del turista internacional y nacional, lo que ha dado como consecuencia que esta zona insular reciba la distinción de Cruisers's Choice cruisecritic, 2019 (The Independent Traveler, Inc., 2019). El crecimiento turístico en la región del Mar

Caribe Mexicano ha obligado al crecimiento de infraestructura y construcción para la actividad turística con el fin de satisfacer las necesidades de los turistas (alimentación, hospedaje, transporte, entre otros).

Las áreas colindantes donde se pretende la construcción del Muelle Aldora Cozumel presentan condiciones semejantes, ya que la superficie propuesta se ubica entre el muelle “San Miguel” que funciona como terminal para la ruta de navegación Cozumel-Playa del Carmen y la Terminal de Cruceros Punta Langosta Cozumel, por lo cual la zona se caracteriza por ser un área transitada con alta influencia de turistas, aunado a esto en el área continental se encuentran servicios de carácter terciario (comida y bebida, transporte, hospedaje, souvenirs, entre otros). La instalación del Muelle Aldora aumentará la afluencia de personas y con una probabilidad de crecimiento de servicios orientados a satisfacer las necesidades en este caso a la tripulación de los navíos que pernocten en el muelle.

Visualizando de manera específica las etapas de preparación de sitio, construcción y operación con la aplicación de las medidas correctivas, preventivas y de mitigación el escenario del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” considerando la aplicación de medidas es el esperado y el adecuado. Previo al desmantelamiento y demolición del muelle existente se ejecutará un Programa de Rescate de Fauna (PRF) para evitar la afectación de está, de igual forma se colocarán mallas anti dispersión antes del inicio de la preparación del sitio. Durante la construcción se seguirá efectuando el PRF y las mallas anti dispersión continuarán instaladas. La instalación de las letrinas portátiles se efectuará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, evitando así el fecalismo al aire libre, durante la operación del muelle se contarán con sanitarios para el uso de la tripulación y el personal temporal o permanente que labore en el muelle.

Las estrategias de manejo de residuos se aplicarán desde el inicio de las actividades del proyecto evitando así la dispersión de los residuos a generarse, y obteniendo una correcta gestión de residuos ante cada una de las autoridades competentes. Se contará con señalización durante las tres etapas del proyecto que permita identificar las áreas para la disposición de residuos, áreas restringidas o de acceso, entre otras.

Se sabe que durante las etapas de preparación de sitio y construcción se hará uso de maquinaria y equipos, por lo cual es necesario realizar una revisión y mantenimiento programado para evitar posibles fallas que generen derrames de hidrocarburos o algún otro compuesto químico; también se implementarán a las cuadrillas de trabajadores capacitación y pláticas de temática ambiental donde se darán a conocer las medidas correctivas o de mitigación aplicables al proyecto, principalmente las estrategias de manejo de residuos, uso de letrinas, y el manejo de fauna.

En la **Figura VII:9** se ilustra el Mapa Cognitivo Difuso del escenario con el proyecto considerando la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

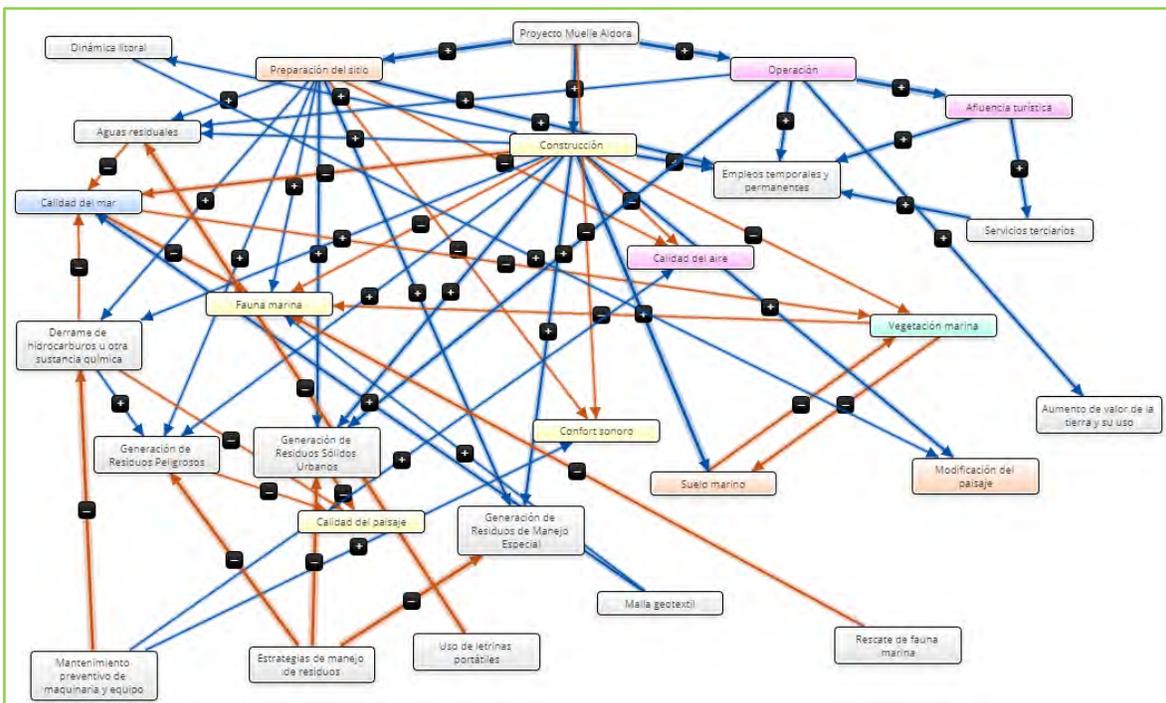


Figura VII:9. Mapa cognitivo difuso del escenario considerando la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

En la **Figura VII:10** se ilustra la gráfica que describe las barras de incremento y decremento de las variables de respuesta para el escenario con proyecto considerando las medidas preventivas y de mitigación.

Con la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación durante las actividades de demolición del muelle y el proceso constructivo, la instalación de las mallas anti dispersión y la implementación de un Programa de rescata de fauna marina, se disminuirá la perturbación de esta, así como también las mallas anti dispersión evitaran que se disipen los sedimentos, evitando así que se altere la calidad del mar. Implementando las actividades de verificación y mantenimiento de las maquinarias se podrá evitar los posibles derrames de hidrocarburos, así como evitar fallas que generen ruidos intensos o generación de gases. Las estrategias de manejo de residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos permitirán que se reduzca la generación de estos o en su caso que se les otorgue una gestión adecuada mejorando la calidad del paisaje y la calidad del mar. La instalación de letrinas portátiles durante las actividades de preparación del sitio y construcción reducirán el manejo inadecuado de las aguas residuales, así como evitar el fecalismo al aire libre. Con respecto a la modificación del paisaje y la perdida de suelo marino, en ambos escenarios

permanece constante, esto debido a que son acciones que no se podrán evitar. La generación de empleos temporales y permanentes se ve reflejada, así como la afluencia turística durante la operación del muelle, que conlleva a la necesidad de servicios terciarios.

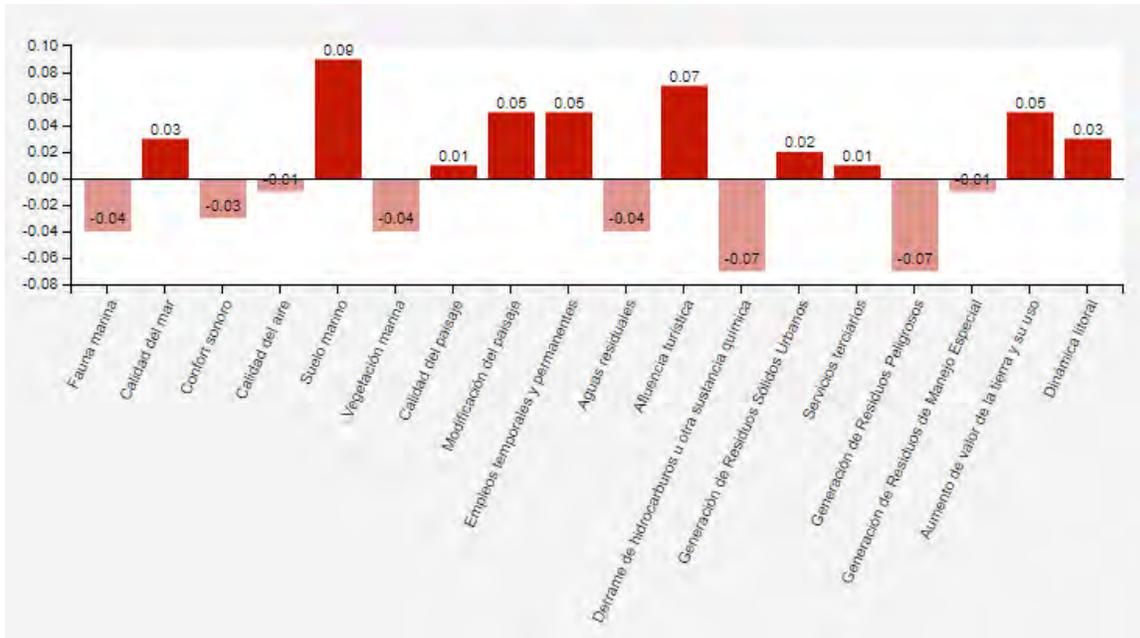


Figura VII:10. Gráfico de barras incrementos y decrementos de las variables de respuesta para el escenario considerando las medidas preventivas y de mitigación.

VII.5.1 Escenario con proyecto obtenido con la metodología de impacto cruzado.

El escenario del proyecto con la implementación de medidas permite que los impactos que se generaran presenten una probabilidad menor a presentarse o con la posibilidad de atenuarse, principalmente los referentes a la perturbación de la fauna y calidad de mar. La afluencia turística, así como el desarrollo económico se verán beneficiados por la construcción del muelle y la aplicación de las medidas correctivas y preventivas (**Figura VII:11**).

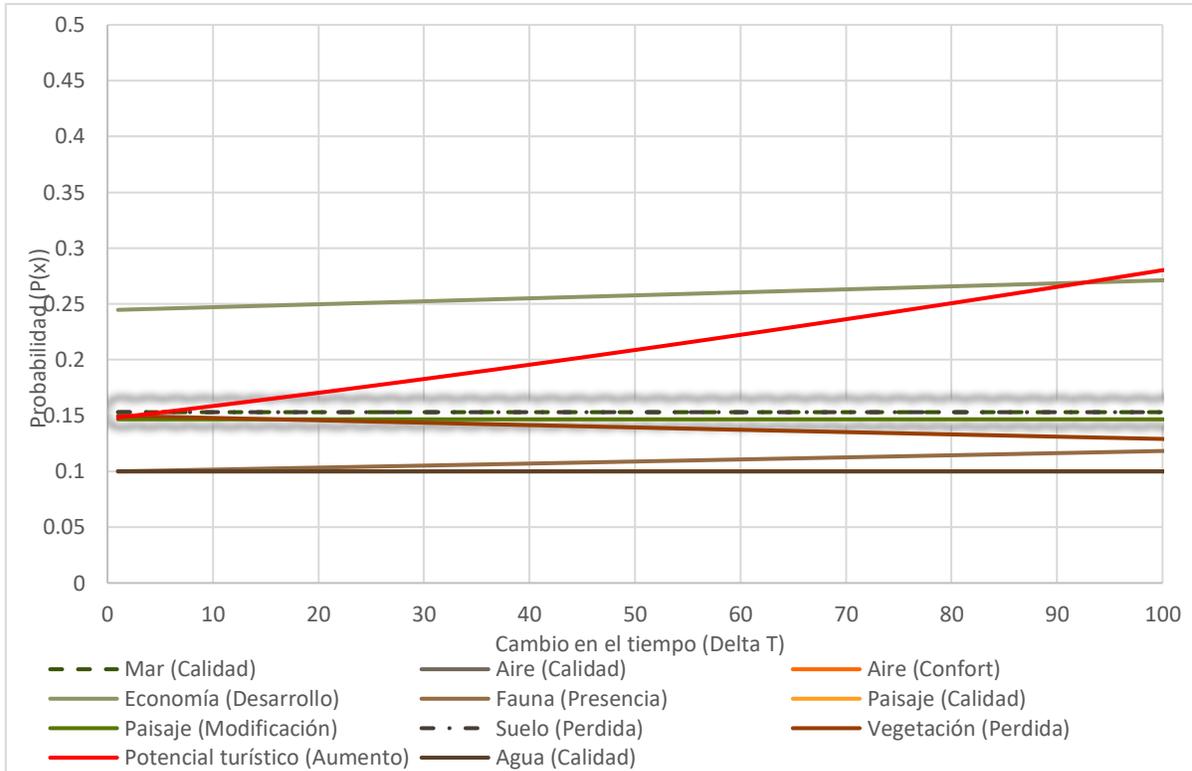


Figura VII:11. Grafica de impactos cruzados con el proyecto considerando la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación.

VII.6 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Para el pronóstico ambiental se empleó un conjunto de modelos numéricos que permiten la simulación hidrodinámica, morfológica y de calidad de agua en zonas costeras, para ello se hizo uso del software DELFT3D. Estas herramientas de simulación son las más avanzadas para uso comercial, con capacidades multiparamétricas, tanto en dos como en tres dimensiones, con una cantidad no muy grande de celdas verticales, obteniendo resoluciones del orden de centímetros en columnas de agua a decenas de metros. El modelo permite manipular diferentes opciones para los parámetros e ingreso de datos, con lo que se logran simulaciones que representan la realidad de forma muy cercana.

Con los datos recopilados in-situ y base de datos oceanográficos disponibles alrededor del sitio, se realizaron estudios estadísticos para posteriormente extrapolar e interpolar datos para poder representar la hidrodinámica presente en el área de instalación del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” durante un ciclo anual.

VII.6.1 Parámetros de entrada

El paso inicial en el proceso de simulación es definir el área de estudio o “dominio”, el cual debió abarcar tanto la zona de interés como la zona de transformación del oleaje. A este dominio se le aplicaron los forzamientos principales que inducen el movimiento del agua como son, marea, viento y oleaje previamente estudiados y caracterizados. Para optimizar los escenarios estudiados se realizó un análisis estadístico del oleaje, mismo que permitió optimizar los casos simulados y evitar modelar condiciones irrelevantes, como son períodos de calma, olas mínimas (menores de 0.1 m) o con poca energía.

Las características de la marea se obtuvieron de la estación de Cozumel del CICESE y fue comparada con la registrada por el ADCP. Una vez cerciorados de que ambas señales empataban, a las señales se les extrajo sus componentes armónicas para así poder describir la señal en un tiempo determinado.

Las condiciones de viento y oleaje modelado se resumen en la siguiente tabla (basada en la acumulación anual de datos de la estación 20.5 N y 86.0 W del modelo WWIII) y representan un año de simulación; tiempo en el cual se incluyó 1 escenario de condiciones de tormenta extrema típica y atípica (ver tiempo: 5000 y 6500 min), donde la altura de ola y la velocidad del viento son substancialmente más energéticas (**Cuadro VII:2**).

Cuadro VII:2. Condiciones de oleaje y viento utilizadas para modelar un año de condiciones océano-climáticas. En donde el mes de septiembre corresponde al mes de huracanes y diciembre a la temporada de Nortes.

Tiempo		Oleaje			Método	Marea	Viento	
Real (mes)	Simul (min)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)	(n/a)	Eta (m)	Vel v(m/s)	Dir (°)
-	0	0.2	6.5	320	4.0	0.00	2.1	119
-	500	0.3	5.0	330	4.0	0.00	2.3	111
Ene	1,000	0.3	6.0	300	4.0	0.00	1.9	85
Feb	1,500	0.2	5.5	320	4.0	0.10	2.1	99
Mar	2,000	0.3	6.0	330	4.0	0.00	1.3	94
Abr	2,500	0.3	5.0	310	4.0	0.00	1.7	88
May	3,000	0.3	4.0	355	4.0	0.00	2.2	110
Jun	3,500	0.3	5.0	350	4.0	0.00	5.1	97
Jul	4,000	0.3	6.0	350	4.0	0.05	2.2	111
Ago	4,500	0.3	5.0	340	4.0	0.10	2.8	109
Sept	5,000	2.0	7.0	290	4.0	0.20	12	100
Oct	5,500	0.2	6.0	230	4.0	0.00	1.8	200
Nov	6,000	0.3	5.0	280	4.0	0.00	2.6	270
Dic	6,500	0.4	5.0	300	4.0	0.15	8	300
Ene	7,000	0.0	6.0	300	4.0	0.10	0.3	36

Las condiciones anuales provienen de extrapolar 39 años de datos provenientes del modelo WW (estación 20.5 N y 86.0 W) con el mes de datos medidos con el dispositivo ADCP, en donde se observó que, a pesar de las diferentes direcciones de oleaje, el oleaje incidente local es mayormente del Noreste, efecto comprobado con el modelo WAPO. El oleaje proveniente del Noreste y Sureste se presume ser oleaje de resonancia por la estructura del muelle, costa dura o tránsito de embarcaciones.

En la **Figura VII:12** se representa el oleaje durante la campaña de medición. La línea roja es la dirección promedio proveniente de la base de datos de WWIII y los puntos azules el oleaje medido con el ADCP y con periodos mayores a 5 segundos. En puntos rojos el oleaje medido, pero con periodos menores a 5 segundos.

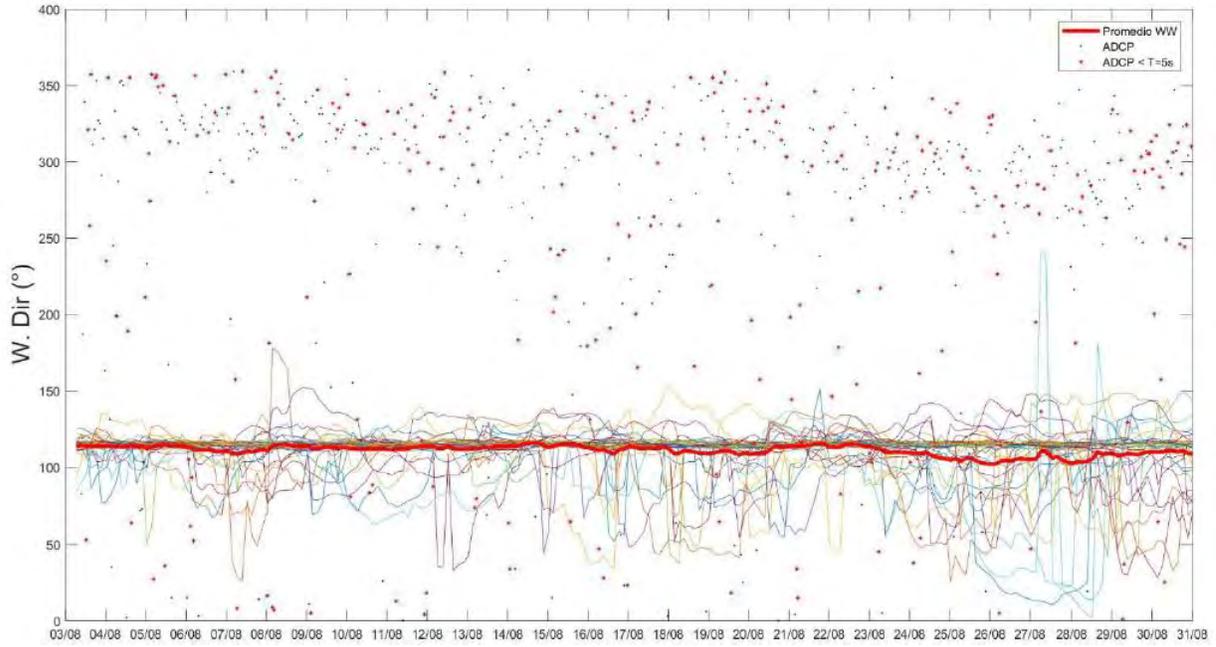


Figura VII:12. Dirección del oleaje durante la medición.

En la **Figura VII:13** se representa la altura del oleaje durante la campaña de medición. La línea roja continua simboliza la dirección promedio proveniente de la base de datos del WWIII y la línea negra los datos medidos con el ADCP.

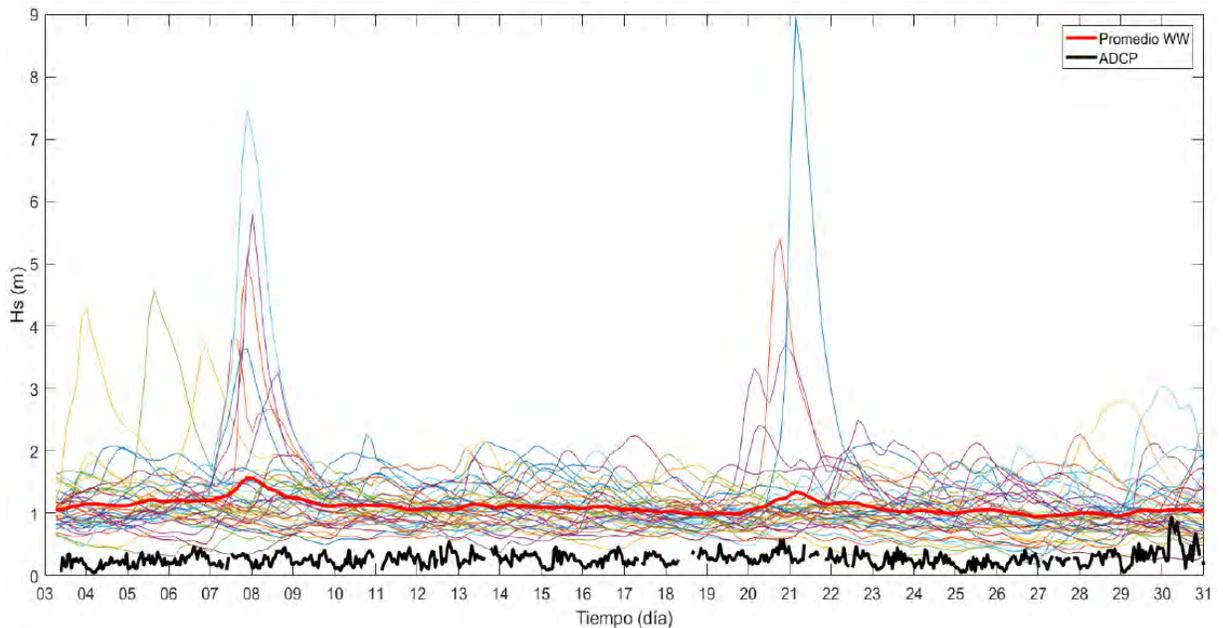


Figura VII:13. Representación de la altura del oleaje durante las mediciones.

Para representar el efecto de marea de tormenta se consideraron simultáneamente sobreelevaciones de agua con respecto al nivel de marea, siendo la máxima sobreelevación de 20 cm. Las direcciones de ola cubren el rango Suroeste a Noroeste. Para representar el forzamiento por marea, se utilizó una tabla de los armónicos más representativos. Para efectos de transporte de sedimentos se utilizó un promedio de grano de $D_{50} = 0.31$ m.

VII.6.2 Calibración del modelo

Para obtener resultados favorables durante la ejecución del modelaje se requiere de la calibración del modelo, para ello es necesario comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con los del modelo y que estos patrones o datos sean semejantes. Sin embargo, es necesario especificar que el modelo tendrá una incertidumbre.

El primer factor de calibración fueron las mareas, al sobreponer un ADCP virtual justo en el mismo sitio donde fue instalado el ADCP físico, se obtuvo una señal de marea similar a la medida in-situ (**Figura VII:14**).

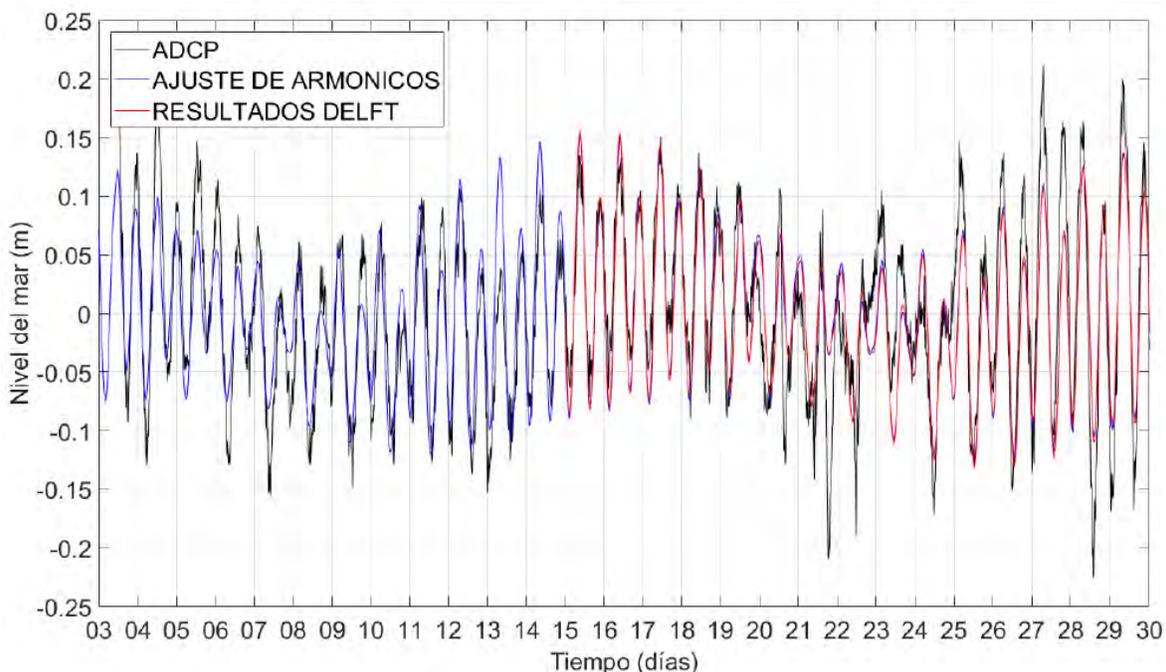


Figura VII:14. Marea medida (línea negra), virtual simulada con Delft (línea roja) y calculada por medio de armónicos (línea azul).

El segundo factor modelado fueron las corrientes. Dado que la modelación, promedia la corriente a lo largo de la columna de agua, la velocidad de la corriente simulada fue un poco menor a la corriente in-situ; no obstante, el patrón se ajustó a la corriente obtenida con el ADCP dinámico en donde se puede observar que existe una gran influencia de la corriente

de Yucatán (**Figura VII:15**). Cerca de la costa se observa el efecto que causa el asomeramiento del oleaje, sobre la corriente.



Figura VII:15. Campo de corrientes modeladas (vectores azules) y medidas (vectores amarillos y normalizados) en el área de instalación del Muelle Aldora y alrededores.

El tercer factor fue el oleaje incidente, los datos del ADCP permitieron calibrar el modelo de oleaje con los datos del WWIII para establecer los parámetros de frontera por medio de una extrapolación que permitió propagar correctamente olas desde aguas profundas hasta aguas someras. En la **Figura VII:16** se describe gráficamente el oleaje medido con el Doppler y el obtenido a partir de las simulaciones.

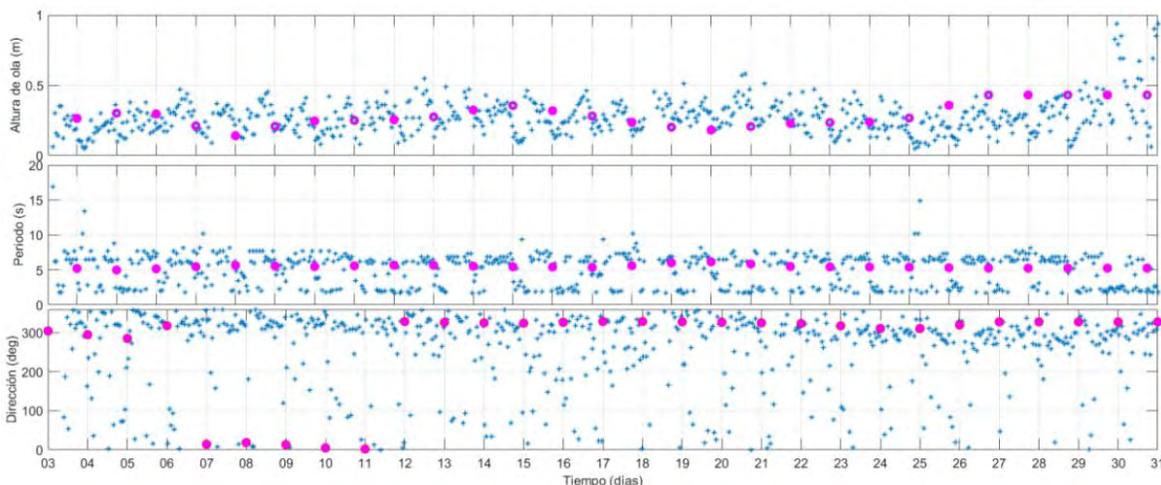


Figura VII:16. Altura (arriba), periodo (centro) y dirección (abajo) del oleaje medido en la zona. En círculo magenta la característica obtenida de las simulaciones.

La diferencia entre los tres factores calibrados fue mínima, por lo cual, permite definir que los modelos están calibrados y que permite que se reproduzca de forma muy cercana a lo que pasa en el sitio.

VII.7 PROYECCIÓN ANUAL ACTUAL VS PROYECTO

Una vez finalizada la calibración del modelo se emplearán los datos obtenidos que se describieron en el **Cuadro VII:2** del presente capítulo para proyectar un año de condiciones océano climatológicas considerando el estado actual de la costa y la instalación futura del proyecto Muelle Aldora Cozumel.

VII.7.1 Corriente

Para evaluar la inexistencia de efectos adversos o daños en las zonas aledañas a la instalación del proyecto “Muelle Aldora Cozumel” por efectos de las corrientes, se realizó la evaluación del campo de circulación.

En la **Figura VII:17** se muestra el promedio de la corriente en la columna de agua; en donde colores rojos indican velocidades que alcanzan 0.5 m/s y en colores azules corrientes despreciables o nulas. Los vectores indican la dirección de la corriente.

En la zona proyectada para la construcción del “Muelle Aldora Cozumel”, la magnitud de la corriente es pequeña registrando valores de 0.1 m/s (ver barra de velocidad de la corriente). Los vectores no muestran cambios importantes a excepción de la zona entre muelle a construir y el Muelle San Miguel de Cozumel, comportamiento que se indica con las flechas blancas en la **Figura VII:17 (imagen B)**, en donde se observaron recirculaciones.

A pesar de la existencia de estas recirculaciones no se consideraron afectaciones mayores, debido a que la construcción del Muelle Aldora es una construcción piloteada, con estructuras de 90 cm de diámetro, lo cual se consideran estructuras pequeñas, esto permite que el flujo del agua tenga un reciclamiento y no se genere un estancamiento de la misma. Dado que es una zona somera, se supone que esta circulación esté influenciada por el efecto que causa el viento sobre el agua.

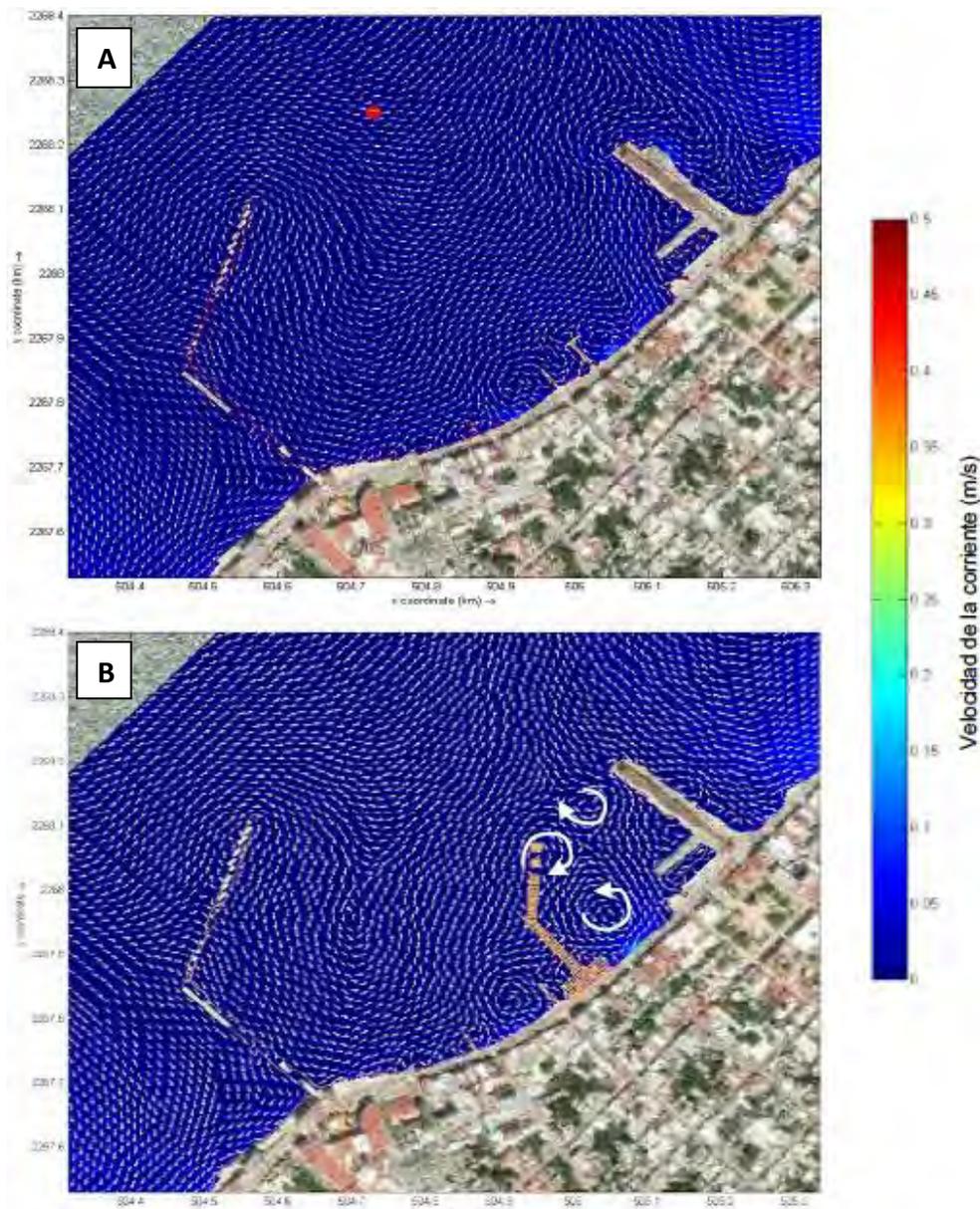


Figura VII:17. Campo de corrientes en el área de instalación del proyecto Muelle Aldora y sus alrededores, en la imagen A es sin la presencia del muelle, y la imagen B se representa el Muelle Aldora a construir.

VII.7.2 Oleaje

Al evaluar un año de condiciones de oleaje reinante, se observó que la presencia del futuro el Muelle Aldora no afecta el oleaje incidente del área de instalación del muelle y sus alrededores. En la **Figura VII:18** se describe el campo de oleaje, en donde los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules indican olas de poca altura.

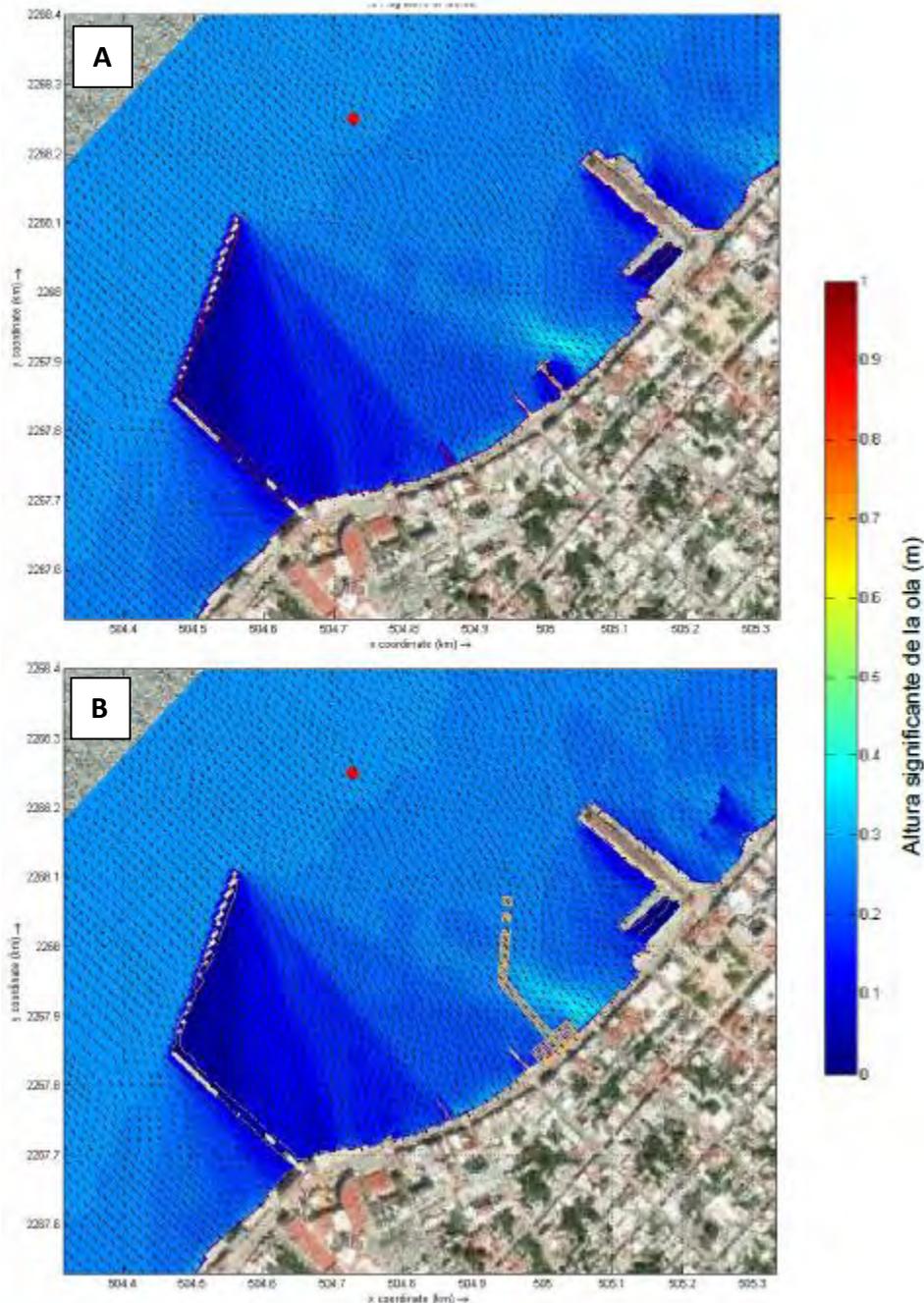


Figura VII:18. Campo de oleaje sin la presencia del Muelle Aldora a construir (imagen A) y con la construcción del muelle (imagen B).

VII.7.3 Sedimentos

Derivado de la cantidad de sedimentos encontrados durante las exploraciones de campo que se realizaron, se elaboró un mapa virtual de la capa de sedimentos para evaluar la morfodinámica y determinar el movimiento de los sedimentos en la cercanía del Muelle Aldora. En la **Figura VII:19** hace referencia a mapas de erosión y acumulación, en donde los colores rojos indican el aumento y el color azul señala una reducción del grosor de la capa de sedimentos, los colores blancos indican zonas donde el sedimento es estable.

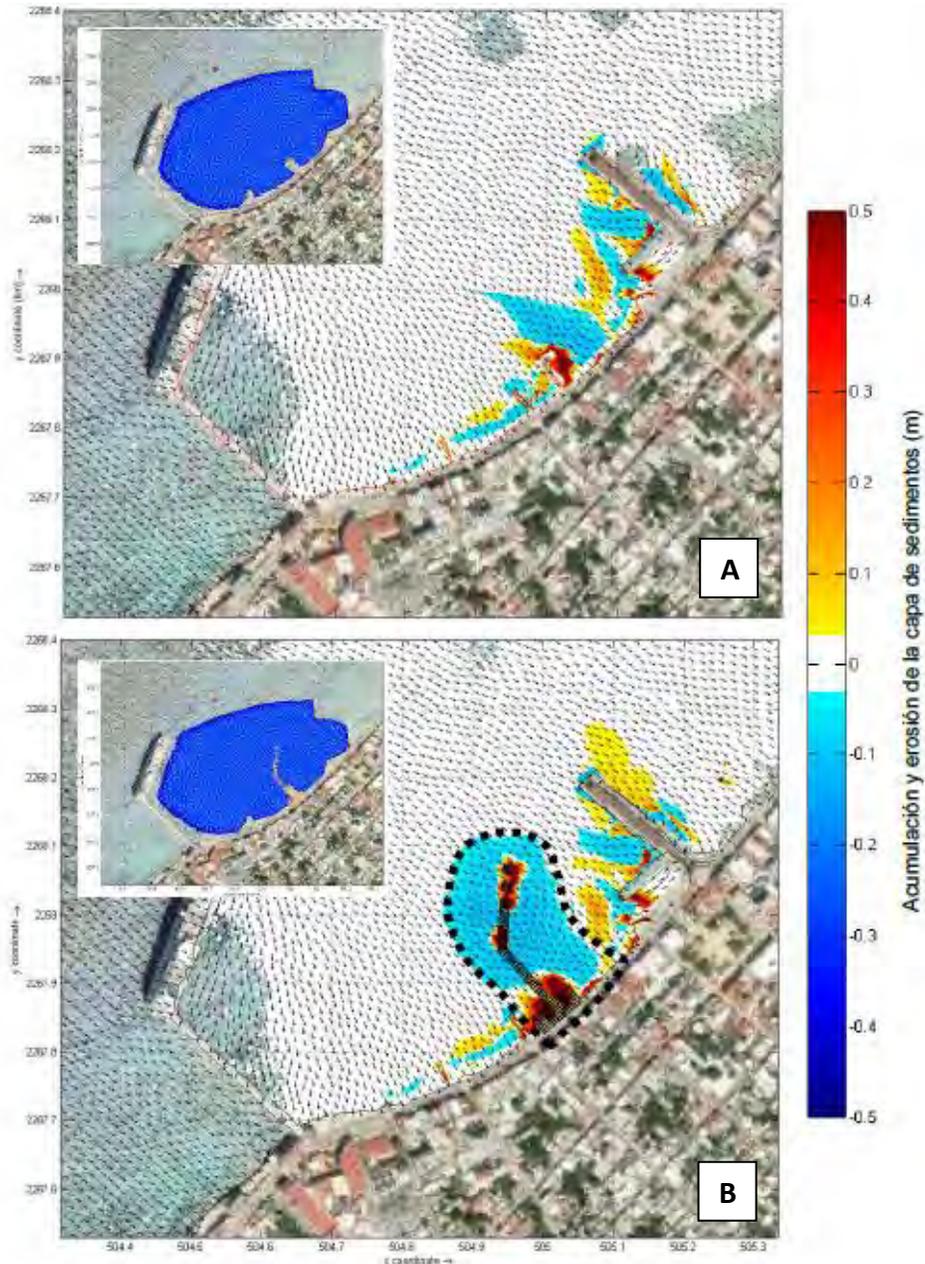


Figura VII:19. Campo de zonas de acumulación y erosión de la capa de sedimentos en el área de construcción del Muelle Aldora y sus alrededores, imagen A sin muelle, imagen B con el muelle.

VII.7.4 Ola de diseño de estructuras

Con el fin de establecer una cota de seguridad, se evaluó la altura de ola en el sitio donde será desplantado el nuevo Muelle Aldora. Considerando que existe la probabilidad de que en una ola de altura significativa de 6.8 m se presente una vez cada 25 ± 5 años obtenemos una ola estructural de $H_s = 4.5$ m y $T_p = 12.2$ s (**Figura VII:20**).

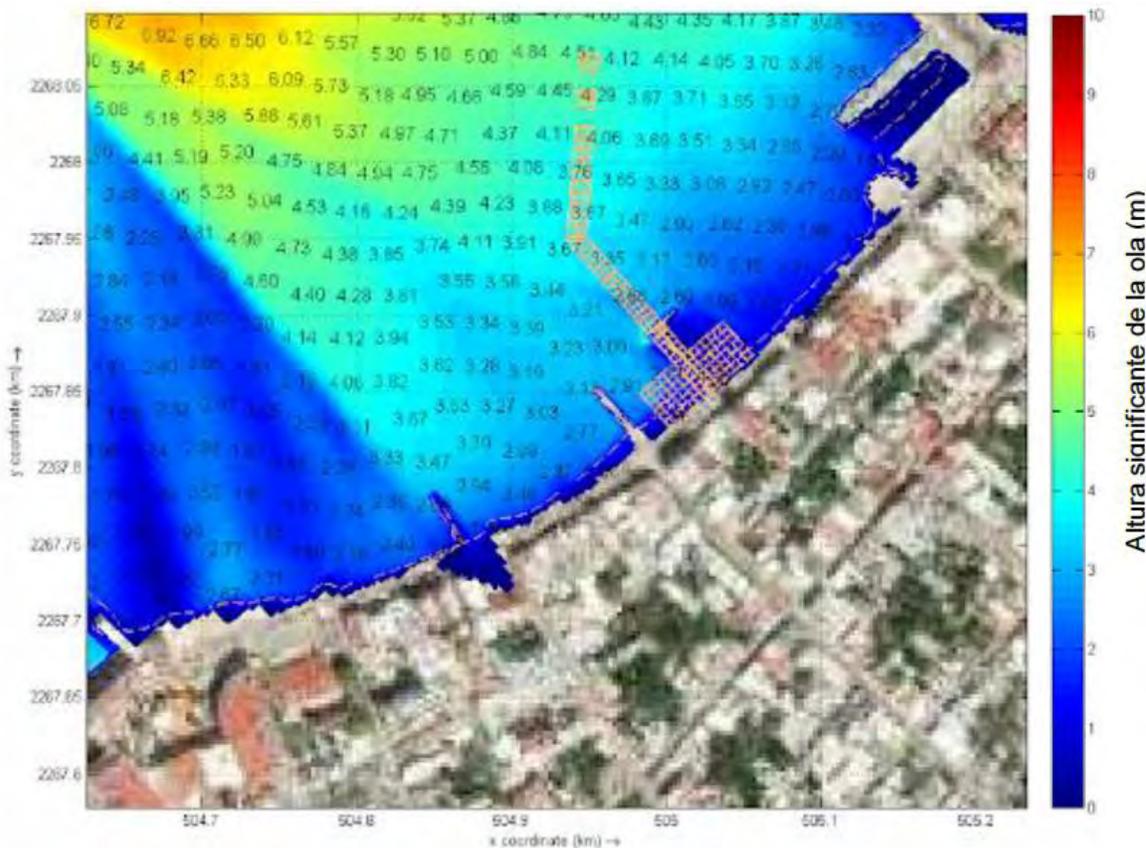


Figura VII:20. Oleaje de diseño (círculo blanco) basado en una ola con periodo de retorno de 25 ± 5 años.

VII.7.5 Cambio climático

La modelación mundial a partir de los escenarios de cambio climático (University Corporation for Atmospheric Research, 2009) indica un aumento del nivel del agua de 3.1 mm/año, sin embargo, el margen de error ha incrementado en ± 0.7 mm/año. También hace un énfasis que existen factores geológicos que alteran el rango de variación del nivel del mar, como son los fenómenos de hundimiento o procesos acumulativos (**Figura VII:21**).

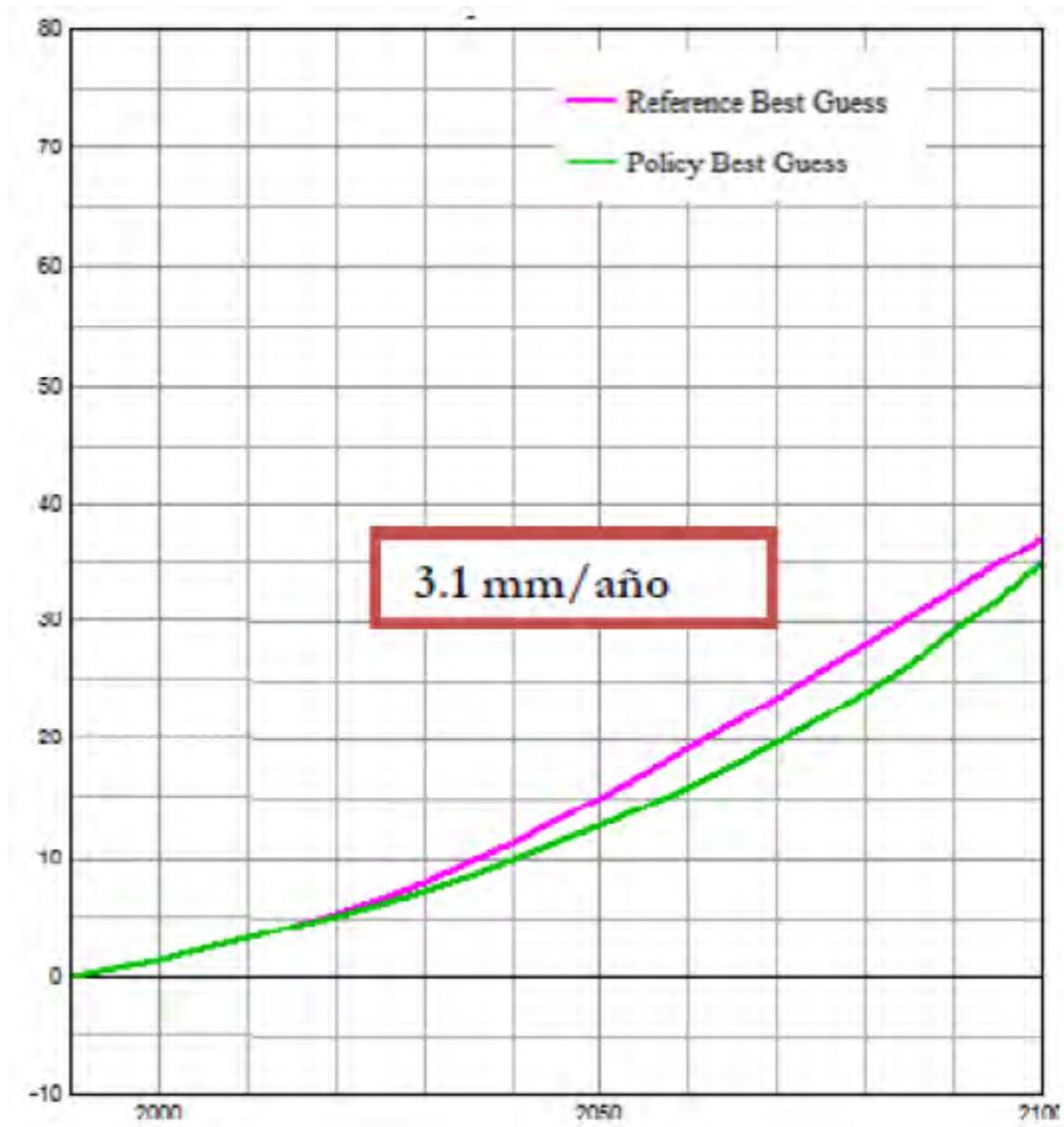


Figura VII:21. Gráfica del cambio de nivel del mar en (cm). Tomado de SRES AIB-AIM

VII.7.6 Proyección para el 2100

Al modelar la proyección del cambio del nivel del mar producto del cambio climático, en 100 años se puede esperar un aumento del nivel medio del mar de 25 cm, lo cual genera un incremento en la energía de la ola del 15%. En la **Figura VII:22** se representa una comparación entre el oleaje considerando el nivel de marea actual y el esperado para el 2100.

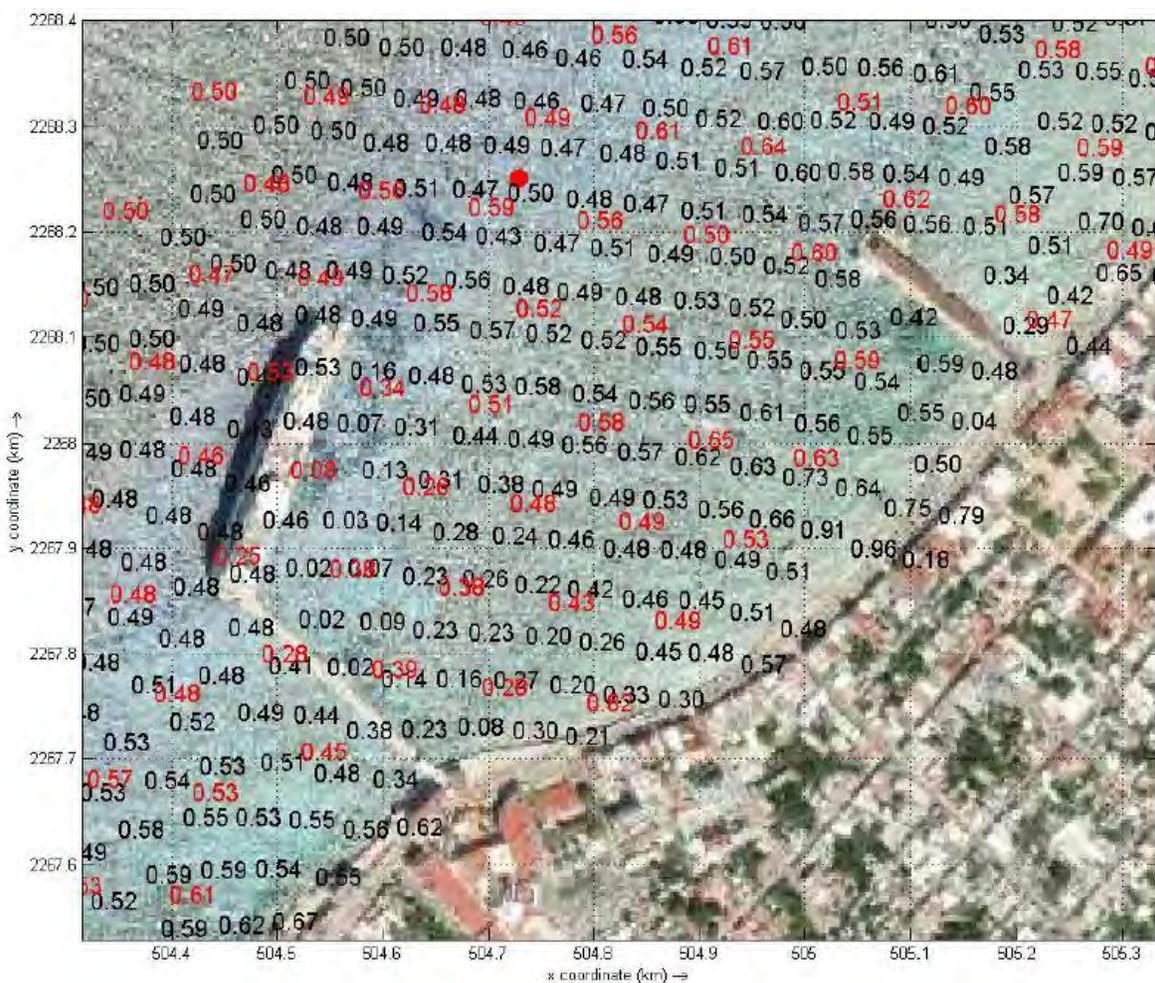


Figura VII:22. Oleaje considerando las condiciones actuales (negro) y el aumento del nivel del mar (rojo) en condiciones normales.

Los resultados mostraron como con el aumento del nivel del mar, el oleaje reduce su energía en aguas intermedias, pero se presenta más (que con el nivel de marea actual) al tocar costa.

Cabe recordar que los modelos numéricos son herramientas que nos ayudan a estimar que sucederá en un futuro próximo y su precisión dependerá de la cantidad de datos disponibles. Por tanto, todo modelo puede ser mejorado con un programa de monitoreo en el que se coloquen instrumentos de medición para poder realizar un mayor ajuste (calibración) del modelo a lo largo de todas las estaciones del año.

VII.8 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Para poder obtener el cumplimiento de los objetivos del programa, se deberá implementar visitas periódicas de supervisión a cargo de personal capacitado y con la experiencia

necesaria en procesos de inspección o auditoría ambiental, quién en compañía de la persona que asigne el promovente, efectúen un recorrido en el área de ejecución del proyecto, verificando que se lleva a cabo el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección a las que se comprometió en los documentos de impacto ambiental, así como los términos y condicionantes establecidos en las autorizaciones en materia ambiental emitidas por la autoridad competente.

En el caso de alguna contingencia o daño ambiental, tales como derrames de combustibles, aceites lubricantes o hidráulicos de la maquinaria, vertimientos de residuos de cualquier índole, o afectaciones a vegetación o fauna adicionales a las previstas en el presente documento, el promovente asumirá toda la responsabilidad en su corrección, mediante la aplicación de las siguientes medidas:

- Investigación de las causas y consecuencias del accidente
- Recolección y disposición adecuada de los residuos vertidos
- Levantamiento, almacenamiento y disposición adecuados del material o sustrato contaminado
- Saneamiento, reposición o compensación de los recursos afectados (p.e. suelo, agua, vegetación).

Las acciones de supervisión del cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental se sujetarán al procedimiento descrito en el apartado siguiente, relativo al seguimiento y control. El método consiste básicamente en la inspección visual realizada mediante recorridos por la obra cuando lo permita la naturaleza del objeto de verificación y el levantamiento de evidencia documental del cumplimiento de las medidas propuestas, así como de evidencias de otra clase, tales como las fotografías, información proporcionada por el promovente, etc.

A continuación, se indican las líneas estratégicas sobre las que se deberá basar la supervisión ambiental del proyecto, considerando las medidas de mitigación propuestas **(Cuadro VII:3)**.

Cuadro VII:3. Programa de manejo ambiental.

MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
Afinación y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo	Durante las etapas de preparación del sitio, la construcción y la operación	Prevenir la generación excesiva de emisiones atmosféricas y ruido por la operación de la maquinaria y equipo.	Previo al inicio de actividades y durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Herramienta menor y equipo para la verificación de la maquinaria y vehículos de transporte (externo)
Manejo adecuado de residuos	Durante las etapas de preparación del sitio, la construcción y la operación	Prevenir al 100% las afectaciones al mar y fauna marina por la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Contenedores plásticos de 200 L, Bolsas plásticas, Material para desplante de sitios para almacenamiento temporal, servicio de recolecta y transporte de residuos por empresas autorizadas, bitácora de seguimiento y mano de obra.
Programa de rescate y reubicación de fauna marina	Previo a la demolición del muelle existente y a la perforación del lecho marino.	Retirar toda especie de fauna marina de desplazamiento lento que se encuentren en el área previo al inicio de los trabajos y posteriormente reubicarlos a las zonas adyacente al proyecto.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente previo a la demolición del muelle existente y perforación del lecho marino.	Equipo de buceo de superficie, guantes y cajas para almacenar los organismos
Programa de rescate y reubicación de vegetación marina	Previo a la demolición del muelle existente y a la perforación del lecho marino.	Retirar toda especie de fauna marina de desplazamiento lento que se encuentren en el área previo al inicio de los trabajos y posteriormente reubicarlos a las zonas adyacente al proyecto.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente previo a la demolición del muelle existente y perforación del lecho marino.	Equipo de buceo de superficie, guantes y cajas para almacenar los organismos

MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
Colocación de mallas geotextil para la contención de partículas suspendidas	Demolición del muelle existente, así como durante la perforación del lecho marino para la instalación de los pilotes.	Evitar la dispersión de partículas en suspensión con el aumento de la turbidez del agua por la demolición del muelle existente y por la perforación del lecho marino, con el propósito de proteger la flora y la fauna marina, en especial los arrecifes de coral.	Durante las etapas de preparación del sitio (demolición de la estructura existente) y construcción del muelle nuevo.	Malla antidispersión de geotextil
Uso de letrinas portátiles	Preparación del sitio y construcción	Prevenir la contaminación del mar y evitar el fecalismo al aire libre.	Todas las actividades involucradas en las etapas de Preparación del sitio y construcción	Letrina portátil, pipa con bomba para vaciado (servicio externo).
Señalización	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Prevenir los riesgos de afectación a la fauna y a las personas por el tránsito y operación de la maquinaria y equipo en la etapa de construcción y operación del proyecto.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Boyas, letreros, señalamientos.
Capacitación	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Impartir capacitaciones al 100% del personal involucrado en la obra.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Pizarra, equipo de cómputo, proyector, rotafolios, papel y otros recursos audiovisuales para impartir capacitaciones.

La evaluación del desempeño ambiental quedará sintetizada en los informes de supervisión a que se refiere el apartado de seguimiento y control, el cual contendrá, además de los hallazgos, las recomendaciones pertinentes en relación a las desviaciones a las medidas propuestas, la normatividad aplicable al proyecto y las condicionantes del resolutivo en materia de impacto ambiental y forestal.

VII.9 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Como estrategia para el seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación propuestas anteriormente, se deberá realizar una inspección periódica por personal debidamente capacitado en materia de inspección o auditoría ambiental. La estrategia de seguimiento y control tiene el objetivo de comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. Para ello se implementará el presente Programa de Vigilancia Ambiental, el cual se entiende como el mecanismo por el cual el promovente, asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, las medidas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental, las incluidas en el diseño del proyecto y en las condicionantes de la autorización correspondiente.

Durante la inspección a que se refiere el párrafo anterior, el personal contratado deberá verificar el cumplimiento de las medidas propuestas de acuerdo con el método de supervisión descrito a continuación:

Para documentar los hechos respecto al manejo ambiental dentro de las obras, el personal encargado de realizar el seguimiento levantará evidencias a través de una lista de chequeo, en donde la información vertida deberá sustentarse con registros fotográficos, en su caso, copias de la documentación que acredite arrendamiento o contratación de servicios, comprobación de insumos, entre otros. Asimismo, el personal de seguimiento deberá realizar las observaciones necesarias en la misma bitácora, esto con el fin de proporcionar una herramienta de mejora al promovente respecto al manejo ambiental que se lleva a cabo.

Para la realización del recorrido, el personal encargado del seguimiento deberá estar acompañado de una persona de la empresa promovente, al término de este recorrido, se deberá firmar el original y copias de la lista de verificación que incluirá además las observaciones realizadas por la empresa a cargo de la supervisión ambiental, quedando el original en manos de esta última, mientras que con la copia, el promovente queda informado y responsabilizado de los cambios o mejoras que deban realizarse para el cumplimiento de los objetivos de cada una de las medidas de mitigación propuestas.

En un plazo no mayor a los cinco días naturales posteriores a la visita de supervisión, la empresa contratada deberá hacer llegar al promovente un informe técnico derivado del recorrido de inspección realizado, en donde deberá indicar el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes estipuladas. En este mismo documento, la empresa contratada deberá también indicar y sugerir las acciones que el promovente deberá realizar para corregir los incumplimientos identificados, de la misma forma, y aun cuando lo mencionen las medidas y las condicionantes ambientales, en caso de que se detecte alguna infracción a la legislación ambiental aplicable, se deberán realizar recomendaciones pertinentes a la empresa promovente con el fin de que estas infracciones sean corregidas.

Una vez entregado el informe, la empresa promovente contará con cinco días hábiles para ejecutar las recomendaciones y sugerencias señaladas en el informe técnico en el entendido que dicho plazo no aplicará para el caso de presentarse la autoridad ambiental a realizar alguna visita de inspección y ésta fije los plazos y términos de acuerdo a la legislación correspondiente en que deban ser atendidas sus recomendaciones. La inspección se realizará de forma mensual, y al cabo de cuatro meses continuos, se elabora un informe cuatrimestral, mismo que será entregado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con copia para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); en la **Figura VII:23** se esquematiza mediante un diagrama de bloques la secuencia de actividades que conlleva la estrategia propuesta.

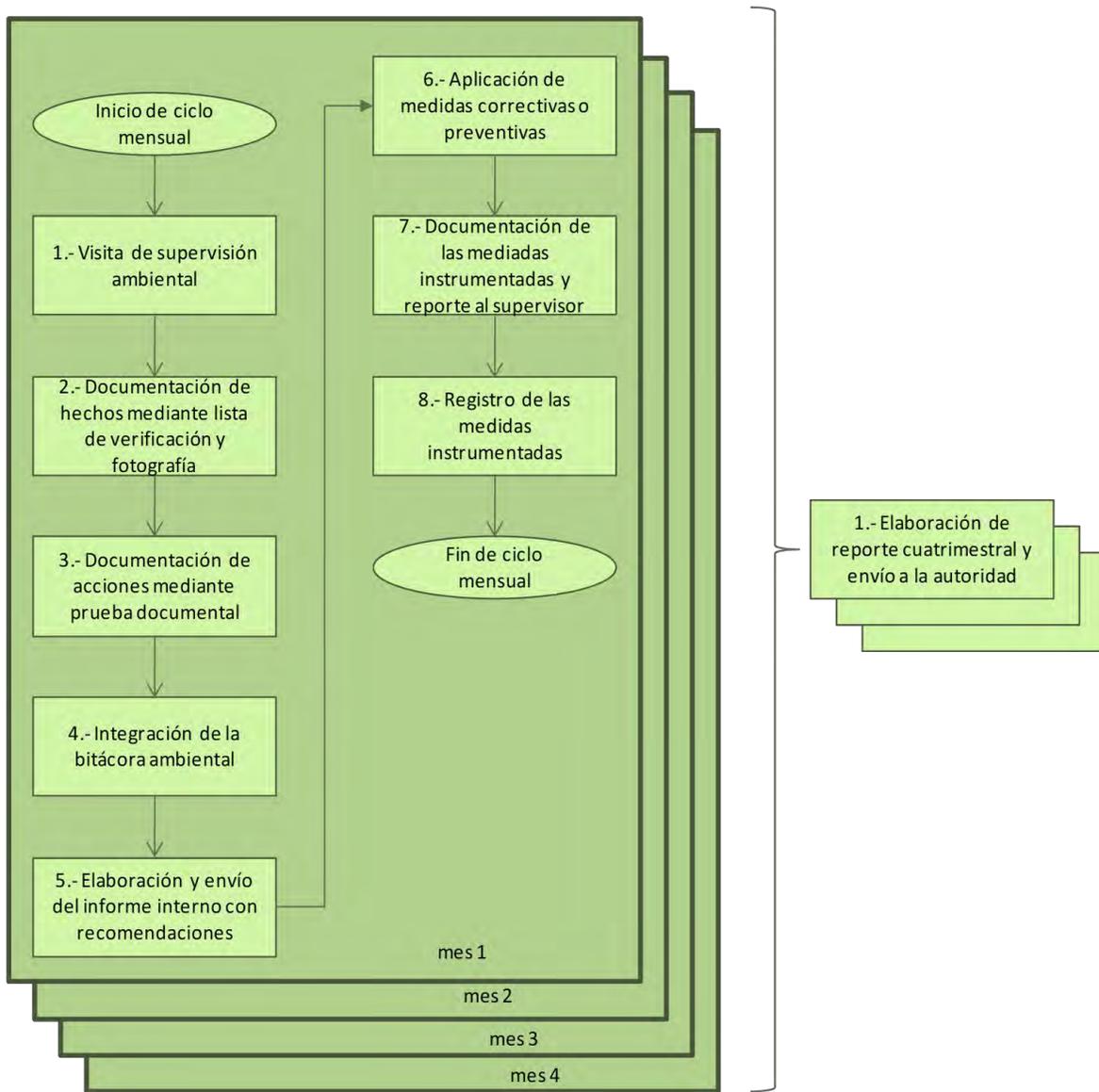


Figura VII:23. Diagrama de bloques para las actividades derivadas de la estrategia de supervisión ambiental a lo largo de un ciclo cuatrimestral.

El siguiente esquema indica mediante un diagrama de Gantt, la programación de las actividades relacionadas con la supervisión ambiental del desarrollo del proyecto en un ciclo cuatrimestral (**Cuadro VII:4**); en la etapa de preparación del sitio y construcción se llevarán a cabo 3 ciclos cuatrimestrales.

Cuadro VII:4. Diagrama de Gantt para la gestión ambiental del proyecto.

ESTRATEGIA 1: SUPERVISIÓN AMBIENTAL (CICLO CUATRIMESTRAL)																							
Supervisión: _____																							
Fecha de inicio: _____		Mes 1				Eval	Mes 2				Eval	Mes 3				Eval	Mes 4				Eval		
Fecha de término: _____		1	2	3	4	A	1	2	3	4	B	1	2	3	4	C	1	2	3	4	D		
ACTIVIDADES		RESPONSABLE																					
Supervisión Ambiental																							
1	Visita de Inspección al predio	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■				■				■				■				■			
			R																				
2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■				■				■				■				■			
			R																				
3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■				■				■				■				■			
			R																				
4	Elaboración del reporte y envío al promovedor con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■				■				■				■				■		
			R																				
5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovedor	P			■				■				■				■				■	
			R																				
6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■				■				■				■				■
			R																				
7																					■		

ESTRATEGIA 1: SUPERVISIÓN AMBIENTAL (CICLO CUATRIMESTRAL)																								
Supervisión: _____																								
Fecha de inicio: _____				Mes 1				Eval	Mes 2				Eval	Mes 3				Eval	Mes 4				Eval	
Fecha de término: _____				1	2	3	4	A	1	2	3	4	B	1	2	3	4	C	1	2	3	4	D	
ACTIVIDADES		RESPONSABLE																						
	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental																						
8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																					
			R																					
Marcadores																								
	Fecha actual de avances																							
	P: Fecha de compromiso de la tarea																							
	R: Fecha final de ejecución de la tarea																							
X	Porcentaje de avance en la tarea																							
	Fecha de evaluación de la Supervisión																							

VII.10 CONCLUSIONES

El proyecto genera impactos de carácter positivo y negativo, siendo los primeros en beneficio a la población y economía por la generación de empleos y derrama económica. Los impactos negativos inciden principalmente en los factores de modificación de paisaje, lecho marino, sin embargo, con la implementación de las medidas de mitigación y la vinculación del proyecto con la normatividad aplicable le permite seguir una línea de desarrollo sustentable, ya que no tiene como objetivo único ni final la conservación de la naturaleza, sino que propone un modelo de aprovechamiento que minimice la degradación o destrucción de la propia base ecológica de producción y habitabilidad.

De igual forma, el área asignada para la ejecución el proyecto se encuentra definida como una zona para el tránsito marino, por lo cual, la zona aledaña al proyecto presenta características similares al área destinada para la construcción del Muelle Aldora, por lo cual, el desarrollo del proyecto es viable en el área prevista.

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

VIII.1 PLANOS DEFINITIVOS

VIII.2 FOTOGRAFÍAS

VIII.3 VIDEOS

VIII.4 LISTA DE FLORA Y FAUNA

VIII.5 OTROS ANEXOS

VIII.6 MEMORIAS

VIII.6.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO

La metodología utilizada para la valoración de los impactos derivados en el área del proyecto por la preparación del sitio y construcción del Muelle Aldora es la propuesta por Conesa Fernández (1997)²⁷ y Gómez Orea (1999)²⁸, que consiste primero en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado

²⁷ Conesa Fernández-Vitora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p

²⁸ Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p

de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Dicha metodología fue elegida por encima de otras como la matriz de Leopold, check list o el método Batelle debido a que presenta diversas ventajas. La primera ventaja sobresaliente es que el método Conesa-Fernández permite hacer una valoración completa de los impactos considerando el factor que será impactado, así como la actividad que generará el impacto, todo ello partiendo de una valoración inicial de la importancia de los elementos ambientales sujetos a recibir impactos. En segundo lugar el análisis de impactos puede ser aplicado por igual a cada una de las fases del proyecto, lo cual es de suma importancia si se considera que cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de éste sobre aquél (Conesa-Fernández, 1997). En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto, y del estudio del entorno o área de influencia de aquél.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa-Fernández (1997) y Gómez-Orea (1999), en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

El propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

VIII.6.2 Metodología propuesta

La metodología propuesta para ser aplicada en el estudio de impacto ambiental del proyecto consiste, primero, en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a

identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. A continuación, se describe la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

Esta metodología corresponde al tipo de matrices de interacción de causa-efecto, que se caracterizan como cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto que causan impactos y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significancia habrá de evaluarse posteriormente.

El uso de esta metodología presenta las siguientes ventajas: relaciona impactos con acciones, además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar, predecir y es relativamente fácil de elaborar y de evaluar, además de que constituye un buen método para mostrar resultados preliminares. Además de las ventajas generales que presentan los métodos basados en relaciones causa-efecto, el método propuesto se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar criterios de manifestación cualitativa de los impactos para determinar su importancia y, la cuantificación de efectos con el uso de valores numéricos y su posterior transformación a unidades conmensurables de importancia final. La interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico, es objetiva y fácil de comunicar.

VIII.6.3 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999)²⁹, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental

²⁹Según Gómez Orea (1999) estos términos deben entenderse como sigue

- Relevantes: han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables,
- Excluyentes/independientes: para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos,
- Fácilmente identificables: susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso,
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto,
- Cuantificables: en la medida de lo posible, deben ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de:
 - Magnitud: superficie y volumen ocupados
 - Localización espacial
 - Flujo
 - Momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa-Fernández (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso³⁰.

VIII.6.4 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos

Por otra parte, los factores ambientales son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

³⁰ Según Conesa Fernández (1997), estos términos deben entenderse como sigue

- Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.
- Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto.
- Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
- Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.
- Momento en que interviene. Se refiere a la etapa del proceso constructivo en donde tiene lugar: fase pre-constructiva, constructiva u operacional.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando éste es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa-Fernández (1997): el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cuantitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso

- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

VIII.6.5 Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es indispensable. Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio, acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cuantitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada como se indicará más adelante. Con esta matriz se mide el impacto ambiental (Iij) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj)

La importancia del impacto es pues, el radio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes son: extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:	I	= Importancia del impacto
	±	= Signo
	IN	= Intensidad
	EX	= Extensión
	MO	= Momento
	PE	= Persistencia
	RV	= Reversibilidad
	SI	= Sinergia
	AC	= Acumulación
	EF	= Efecto
	PR	= Periodicidad
	MC	= Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en el **Cuadro VIII:1.**

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Siguiendo el método propuesto por Conesa Fernández (1997), en aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, a los que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección y que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas en el proyecto que eliminen la causa y la permuten por otra de efectos menos nocivos.

Si no es posible modificar la actividad o acción impactante, deben buscarse medidas correctivas, de mitigación o de compensación que anulen, palien o mitiguen los efectos negativos.

Cuadro VIII:1. Importancia del Impacto. Se indican las 11 características que conforman la importancia del impacto, así como los valores que pueden adoptar cada una dependiendo de su grado de acción. Tomado de Conesa Fernández (1997).

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (grado de destrucción)	
- Impacto Beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto Perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy Alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de la manifestación)	
- Puntual	1	- Largo Plazo	1
- Parcial	2	- Medio Plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz	1	- Corto Plazo	1
- Temporal	2	- Medio Plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto	1	- Irregular o aperiódico y discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
- Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
- Recuperable a medio plazo	2		
- Mitigable	4		
- Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, medio plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, largo plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al corto plazo, se le asigna un valor de 1, si es a medio plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 o 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

VIII.6.6 Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales

No se debe pasar a las conclusiones respecto de la evaluación de los impactos, sin tomar en cuenta que éstos pueden ser mitigados o compensados por las acciones propuestas. Sin embargo, la eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de las mismas en los momentos sugeridos.

De acuerdo con Conesa Fernández (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Adicionalmente, Gómez Orea (1999) señala que para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica,
- Eficacia y eficiencia ambiental,
- Viabilidad económica y financiera, y
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

Las medidas a tomar pueden ser de varios tipos. Protectoras, es decir, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad. Correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre los procesos productivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros, como la modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia. Compensatorias, de impactos irreversibles e inevitables, que no evitan la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor. En cualquiera de los casos se debe incluir un apartado en el que se presente un informe de las medidas que se aplicarán incluyendo al menos lo siguiente:

- Impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar
- Definición de la medida
- Objetivo
- Momento óptimo para la introducción de la medida. Prioridad y urgencia
- Eficacia y/o eficiencia

VIII.6.7 Valoración cuantitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados

- Valoración relativa

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa propuesto por Conesa-Fernández (1997), con base en la importancia I_i de los efectos que cada Acción A_i de la actividad produce sobre cada factor del medio F_j .

Dicho modelo, contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (I_{Ri}), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (I_{Rj}), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos (IRP_j), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia. En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (I_{Rj}) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia

relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (I_{Ri}) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

- Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (I_i), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones (Conesa Fernández, 1997).

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (I_j), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (I_{Pj}), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (I_j), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo. - Siguiendo con Conesa-Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

- La importancia total I_i , de los efectos debidos a cada acción i

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

- La importancia total ponderada I_{Ri} , de los mismos

$$I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

- La importancia total I_j , de los efectos causados a cada factor j

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

- La importancia total ponderada I_{Rj} , de los mismos

$$I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

- La importancia total I , de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_j I_j = \sum_i I'_i + I_P = I' + I_P$$

- La importancia total ponderada I_R , de los mismos

$$I_R = \sum_j I_{Rj} = \sum_j I'_{Ri} + I_{PR} = I'_R + I_{PR}$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cuantitativa y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En el **Cuadro VIII:2** se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Cuadro VIII:2. Matriz de Importancia. En busca de una mayor claridad y comprensión de la metodología descrita, se muestra la estructura de la matriz de importancia que resultaría de su aplicación. FUENTE: Conesa Fernández, 1997.

FACTORES	UIP	SITUACIÓN 1						SITUACIÓN 2									
		ACCIONES			N + 1			ACCIONES			N + 1			N + 2		N + 3	
		TOTAL			TOTAL			TOTAL		Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total					
		1	2	i	n	1	2	1	2	i	n	1	2	1	2	1	2
		A	A	A	A	Ab	Rel	A	A	A _i	A	A	Rel	Ab	Rel.	Ab	Rel.
		1	2	i	n	.	.	1	2		n	b
F_1	P_1																
F_2	P_2																
F_j	P_j	I_{ij}	I_{nj}	I_j	I_{Rj}	I'_{ij}	I'_n	I'_j	I'_{Rj}	I_{pj}	I_{RPj}	I_j	I_{Rj}				
F_m	P_m																
Total	Absoluto	I_i	I	-	-	I'_i	-	I'	-	I	-	I	-				
	Relativo	I_{Ri}	-	I_R	-	I'_{Ri}	-	-	I'_R	-	-	I_R	-				

VIII.6.7.1 MÉTODO DE VALORACIÓN DE IMPACTOS CRUZADOS KSIM

El análisis de impacto cruzado se desarrolló por la necesidad de mejorar la construcción de los escenarios derivados de la aplicación de la técnica Delphi. Las principales características a mejorar fueron la confiabilidad y la coherencia de los resultados.

Theodore J. Gordon y Olaf Helmer iniciaron en 1966 los estudios preliminares de impacto cruzado para la Kaiser Aluminum Company. Los trabajos iniciales de tipo cuantitativo fueron descritos por Theodore J. Gordon y H. Hayward en 1968 en el artículo "Initial Experiments with the Cross-Impact Matrix Method of Forecasting", publicado en la revista Futures.

Desde entonces, el método ha sido ampliamente difundido y empleado, y ha tomado fuerza entre las personas interesadas en el análisis y construcción de escenarios.

El método consiste en que un grupo de expertos define un tema o sistema de interés con el propósito de analizar su comportamiento dinámico en el tiempo y poder predecir su futuro posible.

Para esto, el grupo identifica un conjunto de eventos relevantes que están íntimamente relacionados con el tema y también identifica otros eventos que podrían surgir y modificar significativamente su tendencia futura. En seguida, el grupo asigna a todos los eventos una calificación inicial de ocurrencia basada en su experiencia personal (probabilidades subjetivas).

Se considera que, si el propósito es predecir el comportamiento futuro, el análisis de los eventos relevantes que inciden en el tema pueden ofrecer una imagen futura y confiable del mismo.

Posteriormente, el grupo relaciona por parejas cada uno de los eventos con los restantes y hace una estimación de sus impactos. Por ejemplo, si se analizan los eventos A y B, se estima cómo y qué tanto será impactado el evento B si ocurre el evento A. El impacto puede ser favorable (+), desfavorable (-) o sin ningún efecto (0) y la magnitud del impacto dependerá de la escala utilizada.

La relación por pares de eventos produce fenómenos de cascada, ya que cuando un evento A impacta en un evento B, a su vez B va a impactar a otros eventos y así sucesivamente.

De esta manera, lo que se conoce como impacto cruzado es precisamente el cambio en la probabilidad de ocurrencia futura de un evento individual cuando ocurre otro de los eventos con él relacionado. Es decir, $P(B/A)$, que se lee "la probabilidad de que ocurra B dado que ocurre A".

Una vez estimados todos los impactos, se emplea un algoritmo para calcular las calificaciones finales de ocurrencia (probabilidades finales) con el auxilio de un proceso

de simulación. Considerando las actuales capacidades de cómputo, el grupo solo emplea un tiempo reducido en este proceso.

El análisis de impacto cruzado es un método que se emplea para enfrentar múltiples problemas, entre los que sobresalen:

- Valoración de alternativas tecnológicas.
- Planeación estratégica de negocios.
- Análisis de políticas.

La ventaja más importante del método es que da oportunidad de estudiar en forma ordenada y sistemática la manera en que interactúa un grupo de eventos interdependientes a través del tiempo, lo que permite mejorar el entendimiento del tema analizado. Asimismo, una de las limitantes más mencionada es que si la información de los expertos es considerablemente sesgada, también lo serán los resultados de las simulaciones y por lo tanto la dinámica de los eventos analizados tendrá una baja confiabilidad.

A partir de los años setenta han surgido variantes del método atendiendo a necesidades específicas de aplicación. Por tal motivo algunos autores han realizado comparaciones entre ellos empleando criterios tales como la factibilidad de uso, la convergencia del algoritmo, las necesidades de cómputo, la confiabilidad y la coherencia de los resultados.

Actualmente los esfuerzos para su mejoramiento se centran en los puntos referentes a la convergencia y coherencia del método. Sin embargo, a pesar de sus limitantes, el análisis de impacto – cruzado ha demostrado tener un importante valor y utilidad debido al número significativo de investigaciones y aplicaciones concretas a que ha dado lugar. Aquí se presentará el método KSIM desarrollado por Julius Kane, por considerarse el punto medio entre las comparaciones realizadas a los diversos enfoques.

VIII.6.7.1.1 PROCEDIMIENTO

La técnica comprende ocho pasos que se desarrollan en dos etapas: la formulación de la matriz de impacto – cruzado, pasos 1 al 6 y el análisis de los impactos, pasos 7 y 8.

Etapa 1. Formulación de la matriz de impacto – cruzado

Definición del sistema. Como punto de partida, se define con claridad el sistema (tema) en estudio y se formulan los objetivos del ejercicio. Es importante delimitar al sistema en sus dimensiones de espacio y tiempo, lo que requiere especificar hasta dónde será considerado el sistema y cuál será el horizonte de tiempo a considerar.

Selección de los participantes. Se seleccionan los participantes "expertos" a partir de los objetivos del ejercicio y de la naturaleza del sistema. Los participantes podrán reunirse en un panel o integrar sus conocimientos a partir de la aplicación de un ejercicio Delphi.

Definición de los eventos a ser analizados. El grupo de expertos, con base en su experiencia, precisa los eventos o variables relevantes que requieran ser analizados. Se fijan los límites máximo y mínimo para cada variable.

La relevancia de un evento la confiere el grupo de expertos. Se considera que los eventos relevantes son aquellos que de ocurrir modificarán severamente las tendencias actuales en el comportamiento del sistema analizado, o las fortalecerán en forma importante; esto es, que su impacto en el sistema incida de manera significativa.

Algunos autores sugieren que 30 eventos es el número máximo para el análisis de impacto cruzado. Aquí se considera que un cuidadoso análisis del sistema permite identificar un menor número de eventos significativos. Mientras más se conozca la naturaleza del sistema en estudio, menos será el número de eventos relevantes, analizados.

Haciendo un balance entre tiempo, costo y robustez del modelo se decide hasta donde debe concluir el análisis del sistema.

Asignación de las probabilidades iniciales de ocurrencia. Los expertos asignan a cada evento una probabilidad "subjetiva" de ocurrencia para un horizonte de tiempo especificado. Esta probabilidad será la probabilidad inicial en caso de que suceda el evento. Los valores asignados varían de [0, 1]

Para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento en un horizonte de tiempo determinado, el experto debe tener dos referencias: tener la información necesaria de la situación actual y de las tendencias del evento, así como estar sensibilizado acerca de las tendencias del entorno que involucran al evento.

De este modo los valores asignados hablarán de un evento con probabilidad de ocurrencia alta, media o baja.

Valores	de	la	Ocurrencia
0.1, 0.2, 0.3			Baja
0.4,0.5,0.6			Media
0.7,0.8,0.9			Alta

Posteriormente los eventos se ordenan de manera descendente de acuerdo a su ocurrencia en el tiempo.

Análisis de los impactos

Construcción de la matriz de impacto-cruzado.

En este momento conviene construir la matriz de impacto-cruzado como se muestra a continuación en la figura:

Evento	Probabilidad inicial de ocurrencia	A	B	...	N
Si este evento ocurre	A	P_A	$\pm a_{12}$...	$\pm a_{1n}$
	B	P_B	$\pm a_{21}$...	$\pm a_{2n}$

n	P_n	$\pm a_{n1}$	$\pm a_{n2}$...	

. Matriz de análisis de impacto cruzado.

En esta matriz se registran los eventos relevantes y sus probabilidades de ocurrencia asociadas.

Valoración de los impactos. A continuación, en este paso los expertos estiman el impacto a_{ij} para cada una de las celdas de la matriz (con excepción de la diagonal principal), haciendo uso de una escala de impacto relativo, de la cual se obtienen calificaciones para las diferentes comparaciones.

Escala de impacto relativo.

Intensidad del impacto	Descripción	Efecto
+4	Impulso esencial	
+3	Impulso importante	Favorable (+)
+2	Significativo efecto impulsor	
+1	Ligero efecto impulsor	
0	Ningún efecto, indiferente	Nulo (0)
-1	Ligero efecto inhibitorio	
-2	Significativo efecto de retardo	
-3	Importante obstáculo	Desfavorable (-)
-4	Obstáculo insuperable	

Esta escala es arbitraria, por lo que se puede utilizar alguna otra, teniendo en consideración que los aumentos en la escala positiva (+) favorecen los eventos y en la negativa (-) los inhiben.

En ocasiones los expertos llenan la matriz en dos pasos, primero anotan la influencia de un evento sobre otro (+, 0, -) y posteriormente estiman la intensidad del impacto.

Cálculo de probabilidades finales (corridas). En este paso se utiliza un modelo que requiere la realización de los sub - pasos descritos a continuación.

Se selecciona aleatoriamente uno de los eventos.

Se genera un número aleatorio entre 0 y 0.99 y se compara con la probabilidad inicial del evento seleccionado. Si el número aleatorio generado es mayor o igual a la probabilidad inicial, el evento en cuestión no ocurre, si el número generado es menor se considera que el evento ocurre.

Si el evento seleccionado no ocurrió, las probabilidades iniciales no cambian. Si el evento ocurre, las probabilidades iniciales se ajustan con el algoritmo utilizado.

Para nuestro caso, el algoritmo KSIM emplea dos ecuaciones iterativas que son:

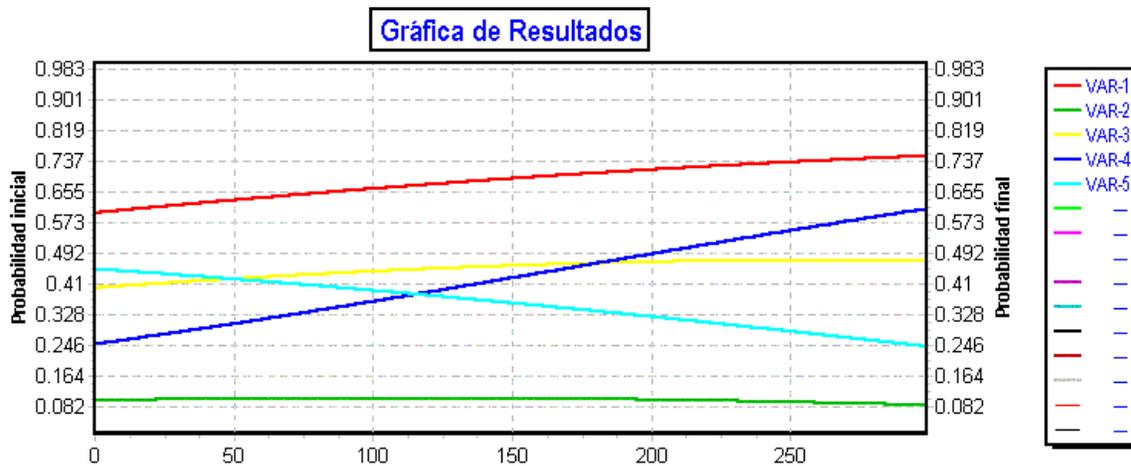
$$xi(T + \Delta t) = xi(t)^{P_i(t)}$$

en donde el exponente $P_i(t)$ está dado por:

$$P_i(t) = \frac{1 + \Delta t/2 \left[\sum_{j=1}^n \left\{ \left(|a_{ij}| - a_{ij} \right) x_j(t) \right\} + |u_i(t)| - u_i(t) \right]}{1 + \Delta t/2 \left[\sum_{j=1}^n \left\{ \left(|a_{ij}| + a_{ij} \right) x_j(t) \right\} + |u_i(t)| + u_i(t) \right]}$$

2.8. Análisis de sensibilidad. Cuando se alcanza el nivel de ajuste aceptable se procede a evaluar las alternativas. El grupo de trabajo realiza cambios en algunos supuestos, valores de impacto, probabilidad o introducen nuevos eventos. Con este análisis de sensibilidad el grupo analiza las fluctuaciones de los eventos buscando aprender más del sistema en estudio. Finalmente, con los resultados que a su juicio explican y predicen la dinámica del sistema, se inicia la construcción de los escenarios.

La siguiente gráfica muestra los resultados del modelo.



VIII.7 GLOSARIO

Arrecife: Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Batimetría: Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

Braza: Medida de longitud usada en la marina equivalente a 1.829 metros del sistema inglés, 1.624 metros del francés; y 1.671 metros del español.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Calado: Profundidad a la cual se sumerge el barco en el agua, marcada siempre en números en proa y popa del barco; el máximo calado permitido del buque está indicado por la línea de máxima de inmersión.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de

especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

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 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.

Dársena: Parte interior y resguardada de un puerto, en donde las embarcaciones realizan operaciones de maniobrabilidad.

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.

Desmante: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Draga: Barco provisto de maquinaria especial para extraer materiales sólidos de los fondos o lechos marinos, en los canales de los puertos, ríos y esteros a fin de mantener las profundidades adecuadas.

Dragado: Acción de ahondar y limpiar de fango y arena los puertos, esteros, lagunas costeras, ríos, canales.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Embarcación: Barco, nave, vehículo para la navegación por agua.

Escollera: Rompeolas, obra de resguardo en los puertos, hecha con rocas arrojadas sin orden al fondo del agua, para defender de la mar de fuera una cala, puerto o ensenada.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Espigón: Trozo de muelle que se deriva de otro principal para aumentar el abrigo de un puerto.

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

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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

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.

Marina turística: Es el conjunto de instalaciones marítimas y terrestres construidas para proporcionar abrigo y servicios a embarcaciones de recreo y deportivas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Muelle: Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

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 zona donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Zona de tiro: Área destinada al depósito del material dragado en el continente.

IX BIBLIOGRAFÍA

Benseny, G., 2006. El espacio turístico litoral. *Aportes y transferencias*, pp. 102-122.

Bureau of Land Management, 1980. *Visual resource management*. Washington D.C.: Government Printing Office.

CONABIO, 2017. *Regiones Hidrológicas Prioritarias*. [En línea] Available at: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>

CONABIO, 2017. *Regiones Marinas Prioritarias de México*. [En línea] Available at: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

Conesa Fernandez, V., 1997. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. En: España: Ediciones Mundi-Prensa.

Conesa, F., 1997. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España: Mundi-Prensa.

Editor II, 2019. "Salva" Cozumel turismo de cruceros; incrementan arribos 9.6% en primer cuatrimestre del 2019. *Noticaribe*, 25 Junio.

Estevan, B. M., 1984. *Evaluación de impacto ambiental*. España: MAPFRE.

Garcia, E., 1998. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. [En línea] Available at: http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2007. *Programa Parcial de Desarrollo Urbano 4 de Cozumel, Quintana Roo*. [En línea] Available at: <http://seduvi.groo.gob.mx/pdus/04PPDU4DECOZUMEL15OCTUBRE2007.pdf>

Gómez-Orea, D., 1999. *Evaluación del Impacto Ambiental*. En: España: Ediciones Mundi-Prensa.

Gordon, T. & Glenn, J., 2018. Interactive Scenarios. En: *Innovative Research Methodologies in Management*. s.l.:s.n., pp. 31-61.

Gray, S., 2019. *MentalModeler*. [En línea]
Available at: <http://www.mentalmodeler.org/>

INEGI, 2000. *Diccionario de Datos de Hidrología Superficial*. [En línea]
Available at: [file:///C:/Users/Cinthia/Downloads/dd_hidrosup\(alf\)_1m_250k.pdf](file:///C:/Users/Cinthia/Downloads/dd_hidrosup(alf)_1m_250k.pdf)

INEGI, 2000. *Diccionario de Datos Fisiográficos*. [En línea]
Available at: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/fisiografia/doc/dd_fisiograficos_1m.pdf

INEGI, 2002. *Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo*. [En línea]
Available at: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224196/702825224196_1.pdf

INEGI, 2010. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. [En línea]
Available at: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>

INEGI, 2015. [En línea]
Available at: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/PUBLICACIONES%20DE%20INTERES/PANORAMA%20SOCIODEMOGRAFICO%20DE%20QUINTANA%20ROO%202015.pdf>

INEGI, 2015. *INEGI*. [En línea]
Available at: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825076221.pdf

Inman, D., 2003. *Litoral Cells*. California: University of California, Coastal Morphology Group, Integrative Oceanography Division Scripps and Institution of Oceanography.

Kane, J., 1972. A Primer for a New Cross Impact Language-KSIM. *Technological Forecasting and Social Change*, 4(2), pp. 129-142.

Magurran, A. E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. s.l.:Blackwell Publishing.

Merino Ibarra, M. y. O. D. L., 1991. *Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos-Quintana Roo*. s.l.:Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

Mora Donjuán, C. A., Burbano Vargas, O. N., Méndez Osorio, C. & Castro Rojas, D. F., 2017. Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), pp. 68-75.

Moreno, C. E., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: MTManuales, SEA, CYTED.

Nautide, 2019. *Tabla de Mareas*. [En línea]
Available at: <https://tablademareas.com/mx/quintana-roo/cozumel>

Orellana, R. F. N. y. C. E., 2007. El clima de Cozumel y la Riviera Maya. En: CICY, ed. *Biodiversidad Acuática de la Isla de Cozumel*. s.l.:Universidad de Quintana Roo, pp. Cap 1: 23-32.

Padilla, L. S. & L. L. A., 2019. El turismo de cruceros de la isla de Cozumel, México: más allá del Caribe. *Revista Transporte y Territorio*, Issue 20, pp. 246-267.

Palafox, M. A. A. A. A. O. J., 2015. Cozumel y la transformación de su paisaje por el turismo de cruceros. *Revista de Ciencias Sociales*, pp. 103-115.

Salinas Márquez, F. M. y otros, 2016. Paleoecología y cronoestratigrafía de las diatomeas del Miembro Los. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), pp. 537-552.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1984. *Normas para Construcción de Instalaciones. Costas y Puertos*. México, D.F.: s.n.

Smith, T. M. & Smith, R. L., 2007. *Ecología. Sexta Edición*. Madrid: Pearson.

The Independent Traveler, Inc., 2019. *Cruise critic*. [En línea]
Available at: <https://www.cruise critic.com/memberreviews/destination-awards/western-caribbean/>

University Corporation for Atmospheric Research, 2009. *MAGICC/SCENGEN*. [En línea]
Available at: <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/>

Valadez, R., 2017. Cozumel, el mejor en turismo de cruceros. *Milenio*, 16 07.

Viñals, M. J., 2002. *Turismo en espacios naturales y rurales II*. Universidad Politécnica de Valencia. ed. s.l.:s.n.

Yeomans, W., 1986. *Visual Impact Assesment: Changes in natural and rura environment..* New York: Jonh Wiley and sons.