I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0030/03/19.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular, RFC y número de teléfono celular de persona física, en página 6.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **071/2019/SIPOT,** en la sesión celebrada el **11 de abril de 2019.**

VI. **Firma del titular:**

Biol. Araceli Gómez Herrera.

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" *

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

PLAZA ROMEO TULUM

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR,

SECTOR TURÍSTICO

Marzo, 2019

BERKANA PARAÍSO S.A. DE C.V.
CONSULTOR: MÓNICA ARIADNA CHARGOY ROSAS

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

Contenido

I.1. Datos generales del Proyecto 2
I.1.1. Nombre del Proyecto 2
I.1.2. Ubicación del Proyecto 2
I.1.3. Duración del Proyecto 4
I.2. Datos generales del promovente 5
I.2.1. Nombre o razón social 5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 5
1.2.3. Nombre y cargo del representante legal 5
I.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones 5
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio 5

I.1. Datos generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

PLAZA ROMEO TULUM

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El predio donde se ubicará el proyecto se encuentra ubicado en el lote 051-6, manzana 001, en la carretera Tulum- Boca Paila Zona Costera, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

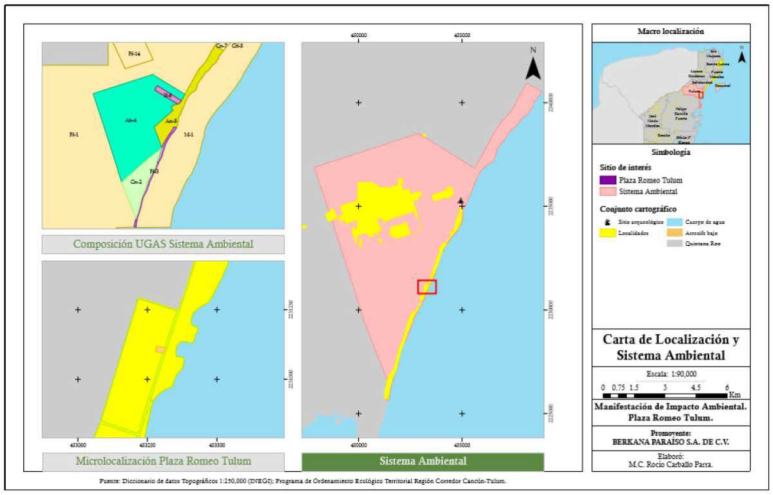


Figura 1. Ubicación proyecto Plaza Romeo Tulum.

El predio cuenta 1574.49 metros cuadrados (ver figura 2), con las siguientes medidas y colindancias:

Al norte:	76.32 metros con fracción 05
Al sur:	81.61 metros con fracción 07
Al este:	20.25 metros con Zona federal marítima terrestre
Al oeste:	20.03 metros con fundo legal

En cuanto a la ubicación, el predio se encuentra en las siguientes coordenadas UTM con referencia al DATUM WGS 84.

Tabla 1. Ubicación de la fracción del predio donde se desarrollará el proyecto.

Punto	Dátum WGS 84			
	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Norte	**Oeste**	**X**	Y

Punto	Dátum WGS 84			
	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Norte	**Oeste**	**X**	Y
1	20°10'36.15"	87°26'47.06"	453355.33	2231098.73
2	20°10'36.22"	87°26'47.20"	453351.51	2231100.95
3	20°10'36.48"	87°26'48.18"	453323.06	2231109.04
4	20°10'36.82"	87°26'49.49"	453284.98	2231119.77
5	20°10'36.21"	87°26'49.73"	453277.95	2231101.01
6	20°10'35.95"	87°26'48.72"	453307.33	2231092.82
7	20°10'35.81"	87°26'48.21"	453322.07	2231088.38
8	20°10'35.69"	87°26'47.76"	453334.97	2231084.73
9	20°10'35.56"	87°26'47.28"	453349.16	2231080.79
10	20°10'35.50"	87°26'47.02"	453356.46	2231078.76
11	20°10'35.68"	87°26'47.04"	453356.04	2231084.28
12	20°10'35.90"	87°26'46.97"	453357.96	2231091.29

Figura 2. Imagen de satélite de la ubicación del predio y el área del proyecto.

En relación con la superficie del predio disponible para el proyecto, éste se realizará en la fracción que se encuentra en la parte oeste del mismo, pasando la vía que lo divide y que cuenta con 600.00 metros cuadrados. A continuación (tabla 2) se presentan las coordenadas de la fracción del predio donde se ubicará el proyecto objeto de la presente Manifestación. Los datos señalados se indican con referencia al DATUM WGS 84.

Tabla 2. Ubicación de la fracción del predio donde se desarrollará el proyecto.

Dátum WGS 84				
Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Norte	Oeste	X	Y
1	20°10'36.56"	87°26'48.48"	453314.34	2231111.50
2	20°10'36.82"	87°26'49.49"	453284.98	2231119.77
3	20°10'36.21"	87°26'49.73"	453277.95	2231101.01
4	20°10'35.95"	87°26'48.72"	453307.33	2231092.82

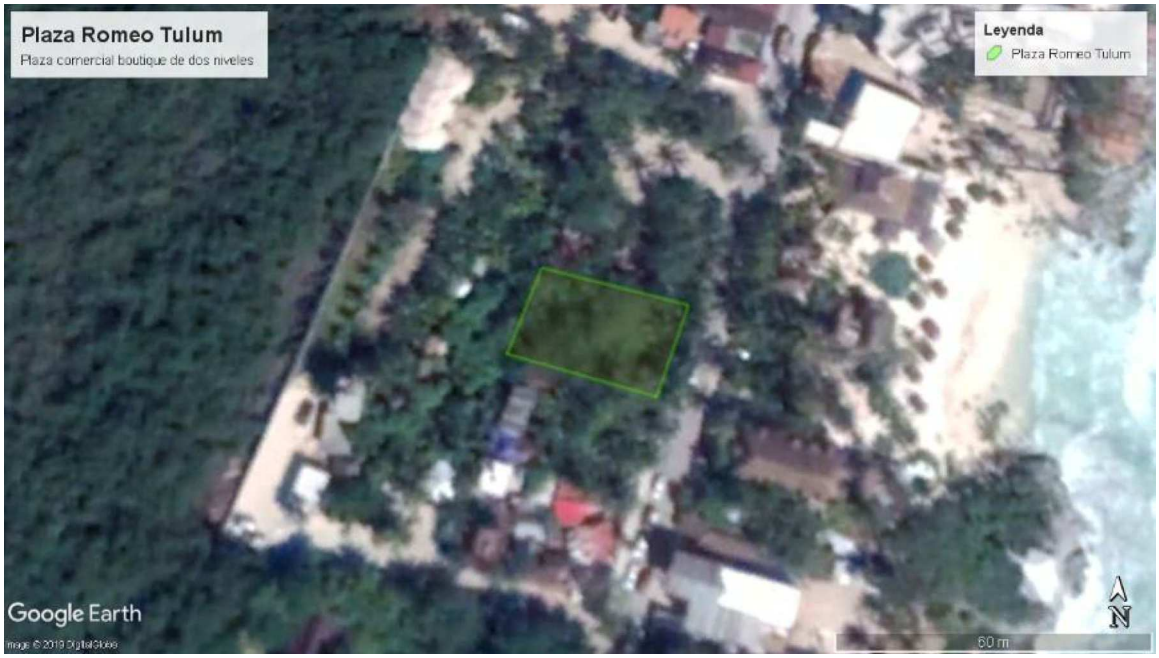


Figura 3. Imagen de satélite de la fracción del predio donde se desarrollará el proyecto.

I.1.3. Duración del Proyecto

El proyecto contempla un tiempo de vida de 50 años, mismos que pudieran prolongarse de forma indefinida con las debidas actividades de mantenimiento.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

BERKANA PARAISO SA DE CV

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

BPA181217B5A

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal

NINFA PATRICIA GARRIDO LEHMANN
REPRESENTANTE LEGAL

I.2.4. Dirección para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

M. en Pl. Mónica Ariadna Chargoy Rosas
RFC:[redacted]
Núm. Ced. Licenciatura: 3715749
Núm. Ced. Maestría: 8699283
Cel.[redacted]

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Contenido

II.1 Información general del proyecto 1

II.1.1 Naturaleza del proyecto 1

II.1.2 Ubicación y dimensiones del Proyecto 1

II.1.3 Inversión requerida 6

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 6

II.2 Características particulares del proyecto 6

II.2.1 Programa de trabajo 7

II.2.2 Representación gráfica local 8

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción. 9

Requerimiento de personal e insumos 15

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento 15

II.2.5. Etapa de abandono del sitio 15

II.2.6. Utilización de explosivos 16

II.2.7Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 16

II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero. 22

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una plaza comercial que contará con dos niveles, tendrá una altura máxima de 9.3 metros y ocupará una superficie de 450 metros cuadrados del total de 1574.49 metros cuadrados disponibles del predio.

La Plaza Romeo Tulum contará con las siguientes características:

1. La planta baja del proyecto contará con siete locales comerciales y dos escaleras con acceso a la planta alta, una para servicios ubicada en la parte posterior y otra para clientes al frente, un área de servicio de baños y una terraza central común para los locales, bodega y el área de la planta de tratamiento.
2. En la planta alta se localizará un área de restaurante, servicios sanitarios y un área de cocina.
3. Se contará con un jardín al frente y al costado.
4. Las aguas residuales serán tratadas a través de un sistema de separación mediante trampas de grasas y una planta de tratamiento con sistema anaeróbico y aeróbico para su posterior aprovechamiento en el riego de jardines y en humedales artificiales.

II.1.2 Ubicación y dimensiones del Proyecto

El predio donde se ubicará el proyecto se encuentra ubicado en el lote 051-6, manzana 001, en la carretera Tulum- Boca Paila Zona Costera, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo. En la figura 1 se muestra la imagen de satélite del predio de interés, obtenida de la plataforma Google earth, donde se resalta la porción en la que se desarrollará el proyecto y que se encuentra al lado oeste de la vía Tulum-Boca Paila que divide el predio.

Figura 1. Imagen de satélite del predio del proyecto.

A continuación (tabla 1 y 2) se presentan las coordenadas de predio, así como de la porción del mismo

donde se ubicará el proyecto objeto de la presente Manifestación. Los datos señalados se indican con referencia al DATUM WGS 84.

Tabla 1. Ubicación del predio donde del proyecto.

Punto	Dátum WGS 84			
	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Norte	Oeste	X	Y
1	20°10'36.15"	87°26'47.06"	453355.33	2231098.73
2	20°10'36.22"	87°26'47.20"	453351.51	2231100.95
3	20°10'36.48"	87°26'48.18"	453323.06	2231109.04
4	20°10'36.82"	87°26'49.49"	453284.98	2231119.77
5	20°10'36.21"	87°26'49.73"	453277.95	2231101.01
6	20°10'35.95"	87°26'48.72"	453307.33	2231092.82
7	20°10'35.81"	87°26'48.21"	453322.07	2231088.38
8	20°10'35.69"	87°26'47.76"	453334.97	2231084.73
9	20°10'35.56"	87°26'47.28"	453349.16	2231080.79
10	20°10'35.50"	87°26'47.02"	453356.46	2231078.76
11	20°10'35.68"	87°26'47.04"	453356.04	2231084.28
12	20°10'35.90"	87°26'46.97"	453357.96	2231091.29

Tabla 2. Ubicación de la porción del predio donde se ubicará el proyecto.

Punto	Dátum WGS 84			
	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Norte	Oeste	**X**	Y
1	20°10'36.56"	87°26'48.48"	453314.34	2231111.50
2	20°10'36.82"	87°26'49.49"	453284.98	2231119.77
3	20°10'36.21"	87°26'49.73"	453277.95	2231101.01
4	20°10'35.95"	87°26'48.72"	453307.33	2231092.82

La superficie del predio es de 1574.49 metros cuadrados y de la fracción del predio donde se pretende realizar las actividades propuestas del proyecto “Plaza Romeo Tulum” corresponde a una superficie de 600.00 metros cuadrados.

En virtud de la superficie disponible para el proyecto, las diferentes partes que lo integran se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Distribución de áreas del proyecto.

Área	**Superficie en m^2**	**Porcentaje %**
Plaza	268.40	17.05
Bodega	8.90	0.57
Cuarto de máquinas	15.64	0.99
Humedal	4.00	0.25
Camino acceso	45.60	2.90

Área	**Superficie en m^2**	**Porcentaje %**
Área ajardinada	23.87	1.52
Área conservada	1208.08	65.30
Carretera zona costera	180	11.43
Total fracción predio	600.00	38.11
Total predio	1574.49	100.00

De lo anterior, podemos observar la superficie de desplante está formada por las siguientes áreas

Tabla 4. Superficie de desplante en la fracción del predio del proyecto.

Área		Superficie en m2	Porcentaje (%)
Plaza	Locales 1-4 (3.5m x 5.93m)	71.20	4.52
	Locales 5-6 (3.29m x 4.55m)	30.00	1.91
	Local 7 (4.55m x 3.34m)	15.20	0.97
	Baños 3.67m x 4.49m)	16.50	1.05
	Terraza	128.40	8.16
	Escalera de acceso	2.70	0.17
	Escalera de servicio	4.40	0.28
Bodega (1.90m x 4.69m)		8.90	0.57
Cuarto de máquinas (6.80m x 2.30 m)		15.64	0.99
Humedal		4.00	0.25
Camino acceso		45.60	2.90
Total obras		342.54	21.76

El área de desplante, ocupará una superficie de 342.54 metros cuadrados equivalentes al 21.76 % del total del predio. Por otra parte, la planta alta o segundo nivel tendrá una superficie utilizada de 188.45 metros cuadrados, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Superficie de segundo nivel o planta alta.

Área	Superficie en m2
Baños (4.49m x 3.14m)	14.10
Cocina (3.29m x 9.1m)	29.90
Pasillo (3.29m x 1.24m)	4.10
Restaurante	140.35
Total obras	188.45

La distribución de cada una de las áreas que conformarán el proyecto, se puede apreciar en las figuras 2, 3, 4 y 5, y para su mejor apreciación, en la sección de anexos se encuentran disponibles los planos.

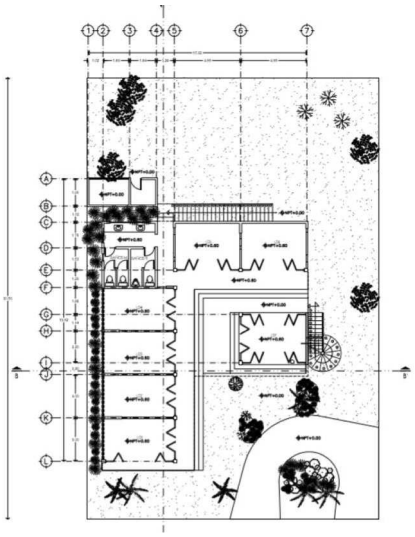


Figura 2. Plano arquitectónico de conjunto de planta baja.

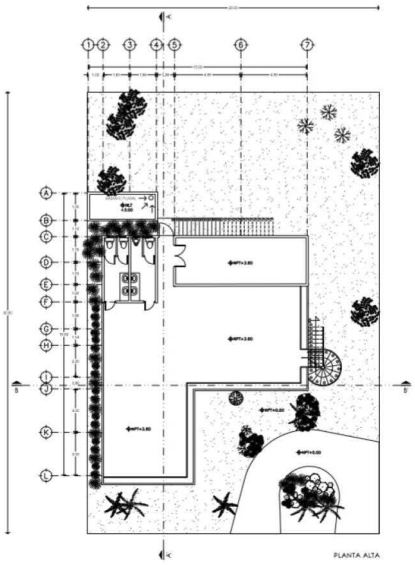


Figura 3. Plano arquitectónico de conjunto de planta alta.

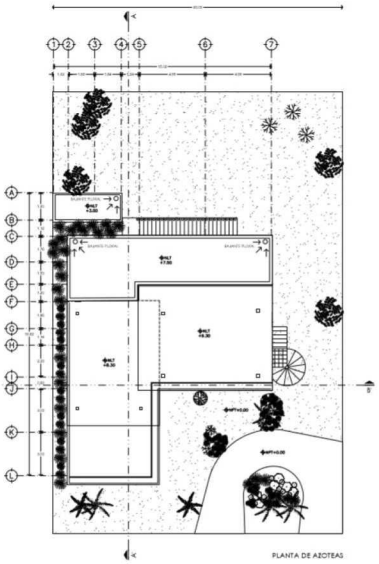


Figura 4. Plano arquitectónico de conjunto de planta azoteas.

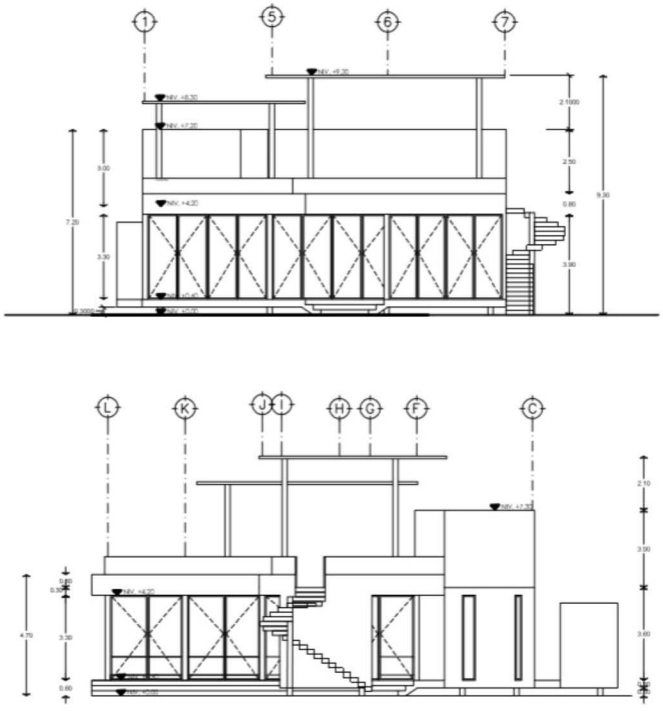


Figura 5. Fachada frontal (imagen superior), fachada lateral (imagen inferior).

II.1.3 Inversión requerida

La inversión total del proyecto se estima en una inversión de 5, 740,000.00 (cinco millones setecientos cuarenta mil pesos 00/100 MN), es decir $ 300,000 USD de acuerdo a la tasa de cambio actual (19.13 pesos por dólar).

Los costos incluyen gastos para la construcción, gestiones municipales y estatales y federales entre las que se incluyen las relacionadas con la implementación de medidas de prevención, control, mitigación y compensación, del cual se estima una inversión del 3.8% del costo total, es decir, $200,000.00.

En cuanto a los gastos de mantenimiento y operación serán variables, así mismo se considera que una obra nueva no quiere actividades de mantenimiento mayores, por lo que, los gastos serán mínimos.

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El medio de acceso al proyecto será a través del camino Tulum- Boca Paila Zona Costera, así mismo, se requerirá de varios servicios, como son internet, telefonía y correo, los cuales son cubiertos por el desarrollo de la zona.

En relación con los servicios de electricidad, será provisto por la Comisión Federal de Electricidad. El agua potable será suministrada a través de pipas con apoyo de tinacos captadores de agua de lluvia con filtros.

En cuanto a las aguas residuales, serán conducidas a través del sistema sanitario hacia una Planta de Tratamiento para su captación y tratamiento primario y posteriormente conducidas hacia un humedal artificial. Las aguas tratadas serán utilizadas en el riego de las áreas verdes.

Los residuos sólidos urbanos serán almacenados temporalmente en contenedores herméticos y posteriormente serán llevados al relleno sanitario de la Ciudad de Tulum para su disposición final. Es importante mencionar que se prevé establecer medidas para la reducción y reciclaje de algunas fracciones de residuos que puedan ser valorizables como son el PET, latas de aluminio y PEAD.

Por su parte, a lo largo del camino costero se pueden observar cabañas, hoteles, áreas comerciales y restaurantes, de tal manera que el proyecto se integraría con la tendencia de crecimiento de la zona.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una plaza comercial que contará con dos niveles, tendrá una altura máxima de 9.3 metros y una superficie de desplante de 342.54 metros cuadrados.

El proyecto se caracterizará por que será construido sobre pilotes prefabricados, de tal manera que la superficie suelo conservará su estado natural.

El desarrollo de las actividades del proyecto se dividirá en tres etapas: preparación del sitio, construcción y, operación y mantenimiento.

a) **Preparación del sitio**: Consistirá únicamente en el medición, proyección y marcado, así como el trazo de las áreas donde se construirán las obras que forman parte del proyecto.

b) **Construcción:** consistirá en la construcción de la cimentación a base de losa de vigueta y bovedilla sobre trabes de concreto apoyadas en pilotes prefabricados, estructura, muros y fachadas, colores y acabados, cancelería, pavimento y cubiertas, jardinería, instalaciones eléctricas, hidráulica, sanitaria, etc.

c) **Operación y mantenimiento:** Consistirá en el uso y ocupación de las instalaciones y áreas de servicio. Las actividades de mantenimiento consisten en limpieza diaria y actividades de jardinería y mantenimiento general de las instalaciones.

II.2.1 Programa de trabajo

Se presenta a través de un diagrama de GANTT un programa calendarizado del proyecto por etapas con tiempos de ejecución.

Tabla 6. Programa general de trabajo del proyecto.

Actividad	Semanas																Años
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16 sem a 50 años
Preparación del Sitio																	
Trabajos preoperativos	x																
Construcción																	
Albañilería (cimentación, estructura, muros y fachadas)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Acabados de obra civil (colores y acabados, cancelería, pavimento y cubiertas y jardinería)										x	x	x	x	x	x	x	
Instalaciones eléctricas					x	x	x	x	x	x							
Instalaciones hidráulicas					x	x	x	x									
Instalaciones sanitarias									x	x	x						
Instalación de gas											x	x	x	x			
Operación y mantenimiento																	
Operación																	x
Mantenimiento general																	x

El proyecto contempla un periodo de desarrollo para las primeras dos etapas (preparación del sitio y construcción) de 16 semanas y 50 años para la operación y mantenimiento.

II.2.2 Representación gráfica local

Como se señala en apartados anteriores, el proyecto se encuentra ubicado a un costado de la carretera Zona Costera, Lote 051-6, Manzana 001 (ver figura 6, 7, 8 y 9).

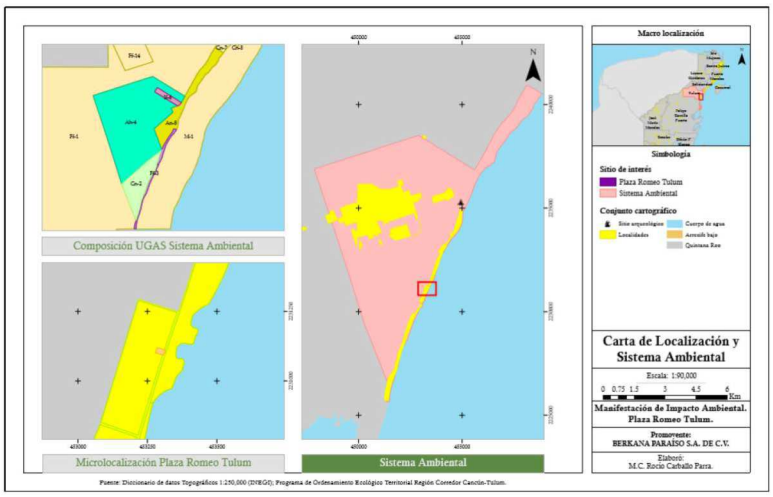


Figura 6. Ubicación proyecto Plaza Romeo Tulum.

Figura 7. Imagen de satélite del predio y la fracción donde se realizará el proyecto.

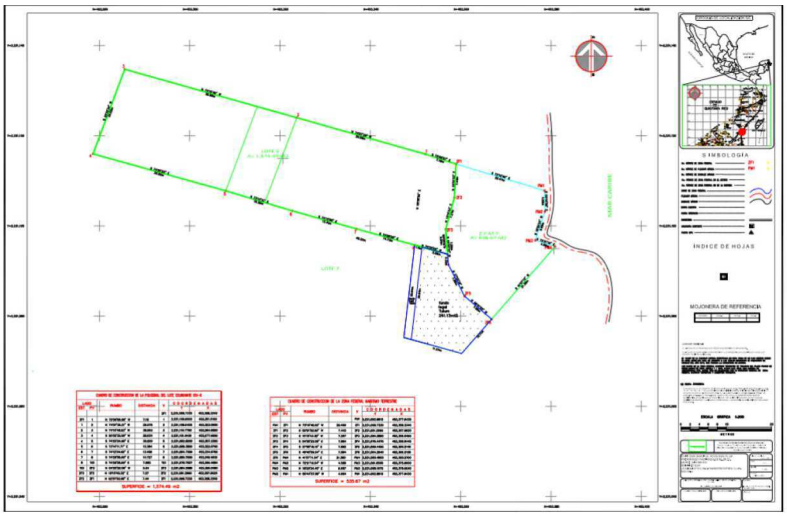


Figura 8. Ubicación georreferenciada del predio donde se ubica el proyecto.

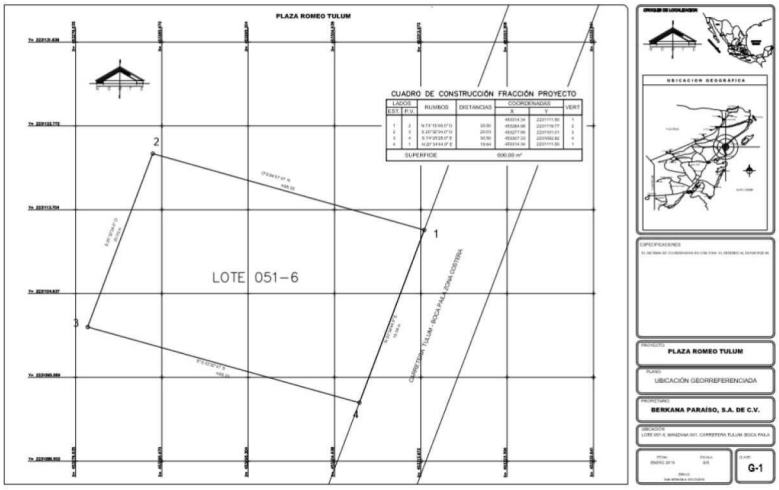


Figura 9. Ubicación georreferenciada de la fracción del predio donde se ubica el proyecto.

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción.

Previo a la construcción de las obras, será necesaria la preparación de las áreas destinadas para este fin, las actividades de preparación del sitio consistirán en acciones para medición, proyección y marcado del terreno para desplante, así como la instalación de ciertos elementos indispensables para el desarrollo de las obras. En la siguiente tabla se presenta la descripción de las actividades de preparación de sitio.

Tabla 7. Descripción de la etapa de preparación del sitio del proyecto.

Preparación del Sitio	
Actividad	**Descripción**
Trabajos preoperativos	Medición, proyección y marcado del sitio. Consiste en el marcado manual del terreno para identificar las áreas donde se realizará el desplante para la construcción de las obras en primer piso.

Preparación del Sitio	
Actividad	**Descripción**
	Instalación de obras provisionales: Bodega ● Se utilizará una bodega provisional con dimensiones variables de material triplay o prefabricados, para el almacenamiento de los equipos, material y artículos de los trabajadores. Su instalación se realizará en un área desprovista de vegetación en el predio. Contenedores temporales para residuos ● Para el almacenamiento de los residuos se utilizarán contenedores de HDPE con una capacidad de 200 L con tapa hermética y libre de perforaciones cubiertos con bolsas plásticas y se posicionarán en las áreas cercanas de trabajo. El vaciado de estos se realizará acorde a los días de colecta de residuos asignados al área donde se encuentra el proyecto. Sanitarios portátiles ● Se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRET a razón de 1 por cada 15 trabajadores.
	Instalación de señalizaciones de seguridad y medio ambiente (precaución, no tirar residuos, usar equipo de seguridad, etc.).

Posterior a la etapa de preparación del sitio y una vez obtenidos de los permisos y licencias necesarias, se iniciará la construcción del proyecto. Esta etapa consiste en el conjunto de acciones para la edificación de las instalaciones, por lo que, en la tabla 8 se describe el proceso constructivo del proyecto.

Tabla 8. Descripción de la etapa de construcción del proyecto.

Construcción	
Actividad	**Descripción**
Albañilería (cimentación, estructura, muros y fachadas)	Cimentación ● Base del área comercial con losa de vigueta y bovedilla sobre contratrabes de concreto armado, apoyadas en 21 pilotes prefabricados y empotrados en el primer estrato de roca caliza conforme los resultados de mecánica de suelos, formando un primer entrepiso a nivel de la vialidad y mantenimiento el subsuelo en estado natural. ● Base de áreas exteriores y acceso a plaza con losa de vigueta y bovedilla sobre contratrabes de concreto armado apoyados sobre micro pilas coladas en sitio con encamisado de tubo de PVC apoyadas en el primer estrato de roca caliza. Estructuras ● Estructura planta baja. Losa de entrepiso de locales comerciales y piso del restaurante de vigueta y bovedilla sobre trabes y columnas de concreto armado formando un segundo entrepiso a nivel +3.60 metros. ● Estructura planta alta. Cubierta ligera de tipo percolado con piezas en cajón de acero sobre marcos de trabes y columnas de acero con

Construcción	
Actividad	**Descripción**
	acabado tipo madera y cubierta superior acrílica. Muros y fachadas ● Muros de block. ● Muros decorativos con remates visuales de tipo laja beige y cemento colado.
Acabados de obra civil (colores y acabados, cancelería, pavimento y cubiertas y jardinería)	Locales ● Pisos de concreto pulido color natural (gris) ● Zoclos de PVC color café oscuro de 7 cms ● Muros de Chukum ● Pintura en plafón color blanco natural marca berel. Baños ● Pisos de concreto pulido color natural (gris) ● Zoclos de PVC color café oscuro de 7 cms ● Muros de Chukum ● Pintura en plafón color blanca marca berel. Área de servicio ● Pisos: Área cubierta con gravilla, material de la región y jardinería. ● Vegetación: colocación de plantas de ornato y palmeras, de la región. Terraza primer nivel ● Piso de concreto pulido color natural ● Techumbre tipo pérgola de acero, con acabados en varillas de madera de la región (bahareque), columnas y trabes de acero en acabado negro mate y protección anticorrosiva. Colores y acabados ● Los muros tendrán acabado liso o de una textura muy fina (chukum), con un mínimo 70% blanco y en caso de recibir acentos de color, no sobrepasará el 30% de la superficie total y será de la siguiente paleta de colores 1. Color área 2. Color beige suave ● Algunos muros de las fachadas laterales y traseras tendrán un recubrimiento de piedra (tapas) de la región. Cancelería ● Las ventanas de acceso principal de cada local serán serie 50, dividida en cuatro hojas, dos de cada lago, colgadas en riel superior y cerradura tetra, en aluminio bronce G2 y cristal claro de 6 mm. ● Las puertas de acceso localizadas en las áreas de servicios y baños serán de tambor con triplay de caobillas o similar en barniz natural semimate. ● Toda la canceleria y puertas corredizas se va a realizar en aluminio color bronce de serie 50 G2 con integración de cristal claro de 6 mm. Pavimentos y cubiertas

Construcción	
Actividad	**Descripción**
	• La rampa de acceso será de concreto armado y acabado final de cemento blanco lavado. • Las banquetas tendrán acabado de cemento blanco lavado. Jardinería • El área verde estará conformada por pasto rollo-capa de 20 cm y vegetación baja y media de la región, algunas palmeras adicionales a las que ya se cuentan.
Instalaciones eléctricas	• Se ha previsto al desarrollo de una carga adecuada para los locales y área de bar y contará con una acometida la cual estará lista para la concentración por parte de la CFE. La instalación será oculta a base de tubería de PVC, además se dejarán salidas de contacto en muros a una altura de 40 cms, en cada área de acuerdo a su funcionamiento. • Se instalarán en todas las salidas, luminarias necesarias, así como conductores eléctricos, interruptores, etc. • Se instalará las conexiones eléctricas necesarias para los equipos de aire acondicionado tipo minisplit inverter.
Instalaciones hidráulicas	• Se compone de cisterna con una capacidad de almacenamiento de acuerdo al reglamento. • Se contará con un captador de agua de lluvia con filtrado, así como una bomba hidroneumática con alimentaciones interiores. • Las redes ocultas de alimentación a los baños serán de PVC C40 hidráulico.
Instalaciones sanitarias	• La construcción se hará con PVC en diámetros comerciales, estará compuesta de desagües interiores, registros y conexión a la red de drenaje hacia la planta de tratamiento interno, el cual tendrá un uso futuro en su totalidad para el riego de jardines. • La instalación funcionará una vez realizado el desfogue con una pendiente del 2%. • Se instalará un humedal artificial.
Instalación de gas	Se compondrá de un tanque estacionario de 180 L de capacidad para uso comercial y se ubicará en la azotea del área de servicios (baños en planta baja) con redes visibles pintadas en color amarillo para su identificación, con una red de llenado y una distribución que subirá por el pasillo hacia la cocina.

A continuación, se describe de forma breve las características de las obras de acuerdo con los planos anexos a este documento, así mismo se presentan vistas en planta y perfil de las construcciones.

1. Plaza

Consistirá en una construcción de dos niveles y altura máxima de 9.30 metros sobre nivel del suelo (ver planos arquitectónicos anexos). El desplante se realizará sobre 21 pilotes prefabricados de 0.40 m x 0.40 m a una altura de 0.60 metros considerando la losa y para el primer piso se tendrá una altura de 4.20 metros. La plaza contará con dos escaleras; una de servicio y otra para acceso de visitantes.

En planta baja, la plaza contará con 7 locales comerciales; 4 cuatro locales con medidas de 3.5 m x 5.93 m con una superficie de 17.80 metros cuadrados cada una, 2 locales con medidas de

3.30 metros x 4.5 m con una superficie de 15.00 metros cuadrados cada una y un local de 4.55 m x 3.34 m con una superficie de 15.20 metros cuadrados. Se contará con baños de 3.67 m x 4.49 m con una superficie de 16.50 metros cuadrados y terraza con una superficie de 128.40 metros cuadrados. En total, la plaza ocupará una superficie de 261.30 metros cuadrados. En planta alta se contará con área de baños, cocina, un pasillo y restaurante con una superficie de uso de 188.45 metros cuadrados.

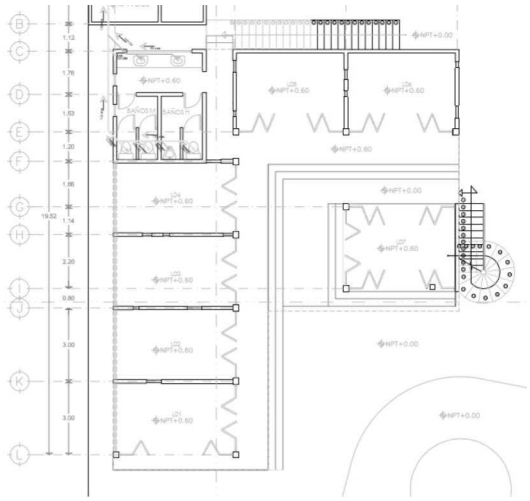


Figura 10. Vista en planta de la plaza en planta baja.

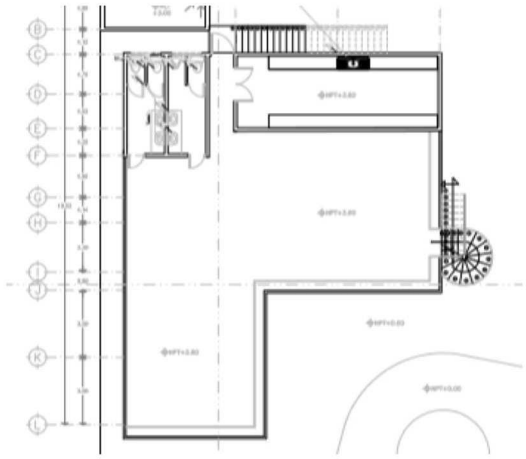


Figura 11. Vista en planta de la plaza en planta alta.

2. Bodega

Corresponde a un área de 1.90 m x 4.69 m con una superficie de 8.90 metros cuadrados que será usada para el resguardo de materiales e insumo para mantenimiento del proyecto.

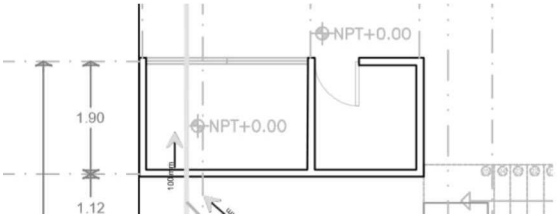


Figura 12. Vista en planta de la bodega.

3. Cuarto de máquinas

Esta área será usada para el resguardo de equipo para el funcionamiento del sistema sanitario, entre las que podemos mencionar la Planta de tratamiento para las aguas residuales. Ocupará un área de 6.80 m x 2.30 m con una superficie de 15.64 metros cuadrados (ver planos anexos).

Figura 13. Vista en planta del cuarto de máquinas.

4. Humedal artificial

Corresponderá a un área construida para la reproducción de manera controlada de los procesos biológicos, químicos y físicos de eliminación de contaminantes. Esta estructura estará conformada con piso y paredes concreto y abertura en la parte superior, contará en su interior con varias capas de material pétreo desde polvo, grava, piedra y finalmente un sustrato fértil para finalmente en su parte superior la colocación de planta acuáticas. Su función será aumentar la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales previa disposición final al subsuelo o su reúso en actividades de riego.

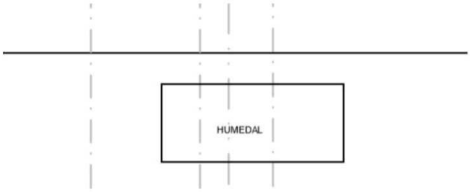


Figura 14. Vista en planta del área del humedal artificial.

5. Camino de acceso

Será un área sin obras civil a excepción de su delimitación y servirá para como su nombre lo indica, el acceso de visitantes.

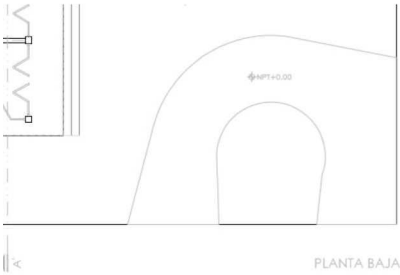


Figura 15. Vista en planta del camino de acceso.

Requerimiento de personal e insumos

Durante la ejecución del proceso constructivo del proyecto "Plaza Romeo Tulum" se requerirá mano de obra especializada en construcción: albañiles, peones, carpinteros, eléctricos, plomeros, jardineros, entre otros, los cuales serán provistos por el constructor y provendrán de la localidad de Tulum y cercanías.

La plantilla laboral variará entre 20 y 25 empleados en promedio durante las actividades de las primeras dos etapas.

En cuanto al equipo que se utilizará en esta etapa, se contempla lo siguiente:

- Compresor
- Máquinas perforadoras
- Incadora
- Compactadora
- Rotomartillos
- Vibradores
- Air movil 432

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

Una vez finalizada la construcción del proyecto, la operación de este estará a cargo de la promovente, quien será responsable de la ejecución del proyecto y su mantenimiento.

Tabla 9. Descripción de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Operación y mantenimiento	
Actividad	Descripción
Operación	Consistirá en el uso de las instalaciones para el propósito con el que se construirá
Mantenimiento general	Las instalaciones del proyecto serán revisadas periódicamente y seguirán su monitoreo a través de una bitácora de mantenimiento, para que en caso de requerirse se realice un mantenimiento oportunamente. Se requerirá limpieza diaria de las instalaciones, en la cual se recuperarán residuos sólidos urbanos y se manejarán conforme un programa de manejo de residuos sólidos. Se utilizarán herramientas para limpieza manual de las áreas verdes que consistirá en poda y recolección de hojas y ramas secas.

Las actividades de mantenimiento serán reportadas en los informes de cumplimiento que se entreguen a la PROFEPA y SEMARNAT.

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Dada la naturaleza del proyecto, no se pretende abandonar el sitio tras concluir con las obras. Por lo contrario, se prevé que, con el tipo de construcción y el mantenimiento adecuado pueda tener una vida útil de hasta 50 años o más.

II.2.6. Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.

II.2.7Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

De manera general, se considerará la generación de los siguientes residuos en las etapas planteadas para el proyecto:

1. **Residuos sólidos**

Durante la etapa de construcción, los trabajadores generarán residuos sólidos urbanos como son papel, cartón, latas, plástico y residuos de alimentos, de tal manera que se estima una generación de 0.8 kg/jor, con una composición de 48% de residuos orgánicos y el restante 52% como inorgánicos.

De lo anterior se prevé también un máximo de 25 trabajadores por jornada, sin embargo, mencionada cantidad variará puesto que no en todas las actividades trabajará este número de empleados, pudiéndose reducir a 20, no obstante, para efectos del cálculo de emisiones de residuos se considera el número máximo de trabajadores. En este sentido, se estima un total de 2400 jornadas trabajadas en 16 semanas considerando 6 días por semana (lunes a sábado).

Tabla 10. Cantidad estimada de residuos sólidos urbanos en la etapa de construcción.

Etapa	Jornal	kg/jor	Cantidad en Kg	Distribución en kg	
				Orgánico	Inorgánico
Construcción	2400	0.8	1920	921.60	998.40

De acuerdo con el análisis realizado (tabla 10), se estima una generación de 1920 kg de residuos sólidos urbanos, de los cuales 921.60 kg corresponden a residuos orgánicos y 998.40 kg de residuos inorgánicos durante las actividades de construcción.

Para el manejo de los residuos se utilizarán contenedores de HDPE rotulados (orgánicos e inorgánicos) con una capacidad de 200 L, con tapa hermética y libre de perforaciones, los cuales se posicionarán en las áreas cercanas a las obras realizadas. El vaciado de estos se realizará acorde a los días de colecta de residuos asignados al área donde se encuentra el proyecto por los servicios municipales.

Por otra parte, en la etapa de operación la cantidad de residuos generados dependerá de la afluencia del proyecto. El manejo de los residuos sólidos consistirá en instalar contenedores en sitios estratégico que permitan al personal y clientes la clasificación de los residuos desde la fuente, es decir, se separarán de acuerdo a su naturaleza en contenedores rotulados y con la finalidad de valorizar los residuos reciclables como son PET, aluminio, PEAD, cartón y papel, se establecerán estrategias para su separación y envío a centro de acopio autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, el resto de los residuos integrados por los residuos sanitarios, orgánicos y aquellos que no sean valorizables serán entregados a los servicios municipales encargados de estas actividades.

2. Residuos sólidos industriales

Se generarán por el mantenimiento de la maquinaria y equipo de construcción y por los desechos de la construcción que consistirán en filtros usados, baterías, envases de substancias tóxicas, estopas impregnadas con aceites, piezas metálicas, cajas de cartón, flejes, bolsas, madera, vidrio, pedacería, etc.

La cantidad de estos estará directamente relacionada con el número de máquinas utilizadas y por la superficie de construcción al emplearse ciertos volúmenes de materiales, estableciéndose un factor de 0.1 Kg por hora efectiva para mantenimiento y reparaciones menores de maquinaria y equipo, y por un factor de 1.15 kg/m^2 de desperdicios de obra construida. Estos residuos se clasifican en peligrosos y no peligrosos (tabla 11).

Es preciso señalar que, de los residuos generados por el mantenimiento y reparaciones menores de maquinaria y equipo, el 85% corresponde a residuos no peligrosos y el 15% restante a residuos peligrosos.

Tabla 11. Generación estimada de residuos sólidos industriales en la etapa de construcción

Etapa	horas	Factor	Cantidad kg	Generación (kg/año)		Disposición	
	m^2			Peligrosos	No peligroso	Peligroso	No peligroso
Maquinaria	672	0.1	67.20	10.08	57.12	EAMRP *	RCL O RS*
Construcción	532.3	1.15	612.14	91.81	520.32	EAMRP *	RCL O RS*
Total			679.34	101.89	577.44	EAMRP *	RCL O RS*

*EAMRP= Empresa Autorizada para Manejo de Residuos Peligrosos; RS = Relleno Sanitario; RCL = Reciclaje.

Tabla 12. Generación anual estimada de residuos sólidos industriales en la etapa de operación.

Etapa	h/año	Factor	Cantidad kg	Generación (kg/año)		Disposición	
				Peligrosos	No peligroso	Peligroso	No peligroso
Equipo	4380	0.1	438	65.7	372.3	EAMRP *	RCL O RS*

*EAMRP= Empresa Autorizada para Manejo de Residuos Peligrosos; RS = Relleno Sanitario; RCL = Reciclaje.

Conforme el análisis anterior, durante las actividades de construcción se considera una generación de 679.34 kg de residuos de este tipo, de los cuales corresponderá a 101.89 kg residuos peligrosos y 577.44 kg a residuos industriales no peligrosos, sin embargo, es preciso señalar que las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipos se realizarán por cuenta de la empresa contratista que apoya en la construcción, de tal manera que esta actividad se llevará a cabo en talleres especializados fuera de las instalaciones del proyecto, por lo que, únicamente puede considerarse que la cantidad generada de residuos industriales generados en el sitio del proyecto se reduce a 612.14 kg, de los cuales corresponden 91.81 kg como peligrosos y 520.32 como no peligrosos.

En lo concerniente a los residuos derivados de las actividades de construcción de la obra civil (de manejo especial) como son restos de tuberías, mangueras, varillas, escombro, trapos y otros residuos similares, los mismos serán almacenados provisionalmente en el predio en un área designada para ser posteriormente ser retirados conforme las indicaciones de la autoridad municipal.

En la etapa de operación, por el mantenimiento de la maquinaria y equipo (tabla 12) se estima una generación de 438 kg anuales de residuos sólidos de tipo industrial, de los cuales se consideran peligrosos 65.7 kg y 372. 3 kg como no peligrosos. En este sentido, para su manejo se seguirá lo contemplado en las normas aplicables y será dispuesto a través de una empresa autorizada.

3. Residuos líquidos

En la etapa de construcción se contempla una dotación de 50 litros por día para cada trabajador, de los cuales se estima que el 75 % se convertirá en agua residuales, por lo que, con base en la plantilla laboral requerida de 25 trabajadores durante la construcción, se realiza la estimación presentada en la tabla 13. Es preciso señalar que el volumen de generación está en función de la cantidad de personal que se encontrará laborando en la obra civil.

Tabla 13. Generación estimada de residuos líquidos por la construcción del proyecto.

Personal	Demanda agua (L/trab/jor)	Volumen requerido (L/jor)	Agua residual (L/jor)	Agua residual (m^3/jor)	Disposición
25	50	1250	937.5	0.937	Sanitario Portátil/PTAR

En las actividades de construcción, el personal hará uso de baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores. La recolección de las aguas residuales generadas estará a cargo de la empresa arrendadora de los mismos, la cual será la responsable de disponer las aguas residuales en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales cercana.

En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento, se estima que para locales comerciales se tiene consumo mínimo de 6 l/m2/día (tabla 5.5 consumo mínimo en comercios, CONAGUA) y considerando como aportación de aguas residuales una máxima de 75% de la dotación, debido a la pérdida o consumo antes de llegar a los sistemas de alcantarillado, drenaje o sistemas de captación (IMTA, 1993).

En este sentido, se realiza el cálculo del volumen diario de aguas residuales (negras y grises) que se generarán por la operación del proyecto.

Tabla 14. Generación estimada de residuos líquidos por la operación del proyecto.

Superficie obras (m^2)	Demanda agua (L/m^2/día)	Volumen requerido (L/día)	Agua residual (L/día)	Agua residual (m^3/jor)	Disposición
532.30	6	3193.80	2395.35	2.39	Planta de tratamiento

Las aguas serán tratadas en una Planta de Tratamiento que estará conectada a un humedal artificial.

4. Residuos líquidos peligrosos.

Los residuos líquidos peligrosos corresponderán principalmente a los aceites de motor e hidráulicos usados que se generarán por el mantenimiento de la maquinaria y que se estima un factor de 0.153 en promedio de aceite por cambio a cada 100 horas de operación, de modo que para cada la etapa de construcción se calcula la generación de este tipo de residuo.

Tabla 15. Generación estimada de residuos líquidos peligrosos.

Etapa	Horas	Consumo/100horas	Cantidad (L)	Disposición
Construcción	768	0.153	117.50	EAMRP

EAMRP= Empresa Autorizada para Manejo de Residuos Peligrosos.

Por las actividades de construcción de acuerdo con la estimación se generará la cantidad de 117.50 litros de aceites usados (tabla 15), sin embargo, se advierte, que las actividades de mantenimiento serán llevadas a cabo en talleres especializados fuera de las instalaciones.

En la etapa de operación y mantenimiento, se prevé que la generación de residuos líquidos peligrosos corresponderá a restos de pintura, esmaltes, estopas impregnadas, etc., por lo que, el volumen de generación será variado.

5. Ruido

Las actividades que se realizarán en la etapa de preparación del sitio y construcción como se menciona en este documento, requerirán el uso de maquinaria, equipos menores y vehículos que de acuerdo con las especificaciones del fabricante emitirán un nivel de ruido en el rango de 65 a 68 dB, los cuales se encontrarán en el límite máximo permisible para un horario de 06:00 a 22:00 establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, aunado a esto, se ha considerado las siguientes medidas para reducir la intensidad de las emisiones de ruido: 1. emplear únicamente maquinaria, vehículos y equipos en condiciones óptimas, 2. monitorear constantemente la eficiencia de las mismas 3. limitar trabajos únicamente en horario diurno.

En la etapa de operación y mantenimiento, las actividades del proyecto podrían se fuente de emisión de ruido, por lo que, se tiene consideradas las medidas siguientes: 1. limitar las actividades al horario diurno, 2. colocar letreros para promover el respeto al descanso de la fauna silvestre con la finalidad de no alterar sus ciclos de descanso, 3. establecer un programa de mantenimiento para equipos a fin de evitar emisiones de ruido superiores a las establecidas por la norma aplicable.

6. Emisiones a la atmósfera

Como parte de las actividades realizadas en el proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contemplan emisiones a la atmósfera en forma de partículas sólidas (por la manipulación de materiales pétreos) y gases de combustión de la maquinaria, equipos y vehículos usados, por lo que, se han considerado las siguientes medidas para evitar y/o reducir dichas emisiones: 1. se mantendrá riego constante de los materiales pétreos almacenados y de las áreas de trabajo 2. en lo referente al cemento, se mantendrá cubierto el material almacenado para evitar su dispersión, 3. en cuanto a la maquinaria, equipos y vehículos, se vigilará su correcto funcionamiento, de manera tal, que en caso de requerirse, se solicitará al proveedor que realice el mantenimiento preventivo y correctivo necesario, 4. se colocará una barrera de contención para minimizar la dispersión de partículas de polvo y 5. se vigilará que los camiones que transporten material pétreo se mantengan cubiertos para evitar la dispersión de partículas o polvos.

A continuación, se presenta una tabla, en la cual son resumidos los tipos de residuos generados por las etapas del proyecto, así como su manejo y disposición final.

Tabla 16. Generación, manejo y disposición final de residuos en la Planta.

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
Residuos sólidos urbanos	Sólidos orgánicos e inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Se colocarán contenedores de HDPE de 200L con tapa hermética.	Los residuos serán dispuestos en el relleno sanitario del municipio a través del servicio de recoja y limpia municipal.
		Operación y mantenimiento	Se colocarán en contenedores con código de colores para separar los residuos en diferentes fracciones.	Las fracciones reciclables serán acopiadas por una empresa autorizada. Los residuos no reciclables serán dispuestos en el relleno sanitario del municipio a través del servicio de recoja y limpia municipal.
Residuos de manejo especial	Sólidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Los residuos de construcción se almacenarán temporalmente en el sitio del proyecto	La empresa contratista dispondrá de los residuos conforme las características de estos.
		Operación y mantenimiento	Los residuos de manejo especial que se generen se manejarán conforme sus características	Se dispondrán conforme sus características, pudiendo ser valorizados y acopiados en centros autorizados o dispuestos en el relleno sanitario municipal
Residuos peligrosos	Sólidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Serán resultado de las actividades de mantenimiento en talleres especializados.	No se generan en las instalaciones.
		Operación y mantenimiento	En caso de generarse se almacenarán en	Se dispondrán conforme las

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
			contenedores rojos de 200 L en un área con piso de concreto o material impermeable	normas aplicables a través de empresas autorizadas para su manejo y disposición final.
Aguas negras y grises	Líquido orgánico	Preparación del sitio y construcción	Las aguas residuales de los sanitarios portátiles se recolectarán por la empresa arrendadora de los mismos.	La empresa arrendadora dispondrá las aguas residuales en la PTAR más cercana.
		Operación y mantenimiento	Las aguas residuales serán conducidas mediante el Sistema de drenaje a la Planta de Tratamiento para su captación y tratamiento primario y posterior serán conducidas al humedal artificial	Las aguas tratadas serán reutilizadas en el riego de las áreas verdes.
Residuos peligrosos	Líquidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Se generarán en los talleres especializados donde recibirán mantenimiento equipos y maquinaria.	No se generarán en las instalaciones.
		Operación y mantenimiento	En caso de generarse, se almacenarán conforme las normas aplicables.	Se dispondrán a través de una empresa autorizada.
Ruido	Acústico	Preparación, construcción	Se vigilará el cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Se empleará únicamente maquinaria, vehículos y equipos en condiciones óptimas. Se monitoreará constantemente la eficiencia de las mismas. Se limitará los trabajos a un horario diurno.	Atmósfera

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
		Operación y mantenimiento	Se limitará los trabajos a un horario diurno. Se colocan letreros para promover el respeto al descanso de la fauna silvestre con la finalidad de no alterar sus ciclos de Descanso. Se establecerá un programa de mantenimiento para los equipos utilizados a fin de evitar emisiones de ruido superiores a las establecidas por la norma aplicable.	
Emisiones de polvo	Emisiones a la atmósfera	Preparación del sitio y construcción	Se mantendrá en constante riego el terreno o áreas de trabajo para minimizar las emisiones de polvos. Se mantendrá cubierto el cemento utilizado a fin de evitar dispersión de polvos. Se colocará una barrera de contención para minimizar la dispersión.	Atmósfera
Emisiones de gases	Emisiones a la atmósfera	Preparación del sitio y construcción	Se vigilará el correcto funcionamiento de vehículos y maquinaria utilizado en las actividades de construcción.	Atmósfera

II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero.

Los principales gases de efecto invernadero que se generarán durante actividades de preparación del sitio y construcción provendrán por el uso de combustibles de maquinaria y equipos. Estos gases corresponderían a bióxido de carbono, metano y óxido nitroso.

Las emisiones de bióxido de carbono proceden de la oxidación de combustibles durante combustión, de tal manera que, en condiciones óptimas, el contenido total de carbono de los combustibles debería convertirse en CO_2, sin embargo, los procesos de combustión reales son imperfectos y en consecuencia se producen pequeñas cantidades de carbono parcialmente oxidado y no oxidado. Así mismo, el metano se produce en pequeñas cantidades en la quema de combustibles debido a la combustión incompleta de los hidrocarburos. En cuanto al óxido nitrosos se produce directamente a partir de la quema de combustibles y se ha determinado que de manera general las temperaturas de combustión bajas producen mayores emisiones de N_2O, si bien es cierto que se conocen con relativa exactitud los mecanismos químicos del N_2O, los datos experimentales disponibles son limitados.

En efecto a lo anterior y considerando las diversas actividades del proyecto será necesario el uso de maquinaria menor, así como de equipos que funcionan con electricidad, se estima que para realizar las diferentes actividades se requerirá un consumo de 9000 KW y 1500 litros de diésel para el caso de la construcción. A partir del consumo de energía eléctrica y combustible, se realiza el cálculo de la cantidad de emisiones a través de la calculadora de emisiones para el registro nacional de emisiones (RENE) disponible en la página de la SEMARNAT (https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene) y mediante la fórmula propuesta por el IPCC.

El resultado del cálculo para el consumo de energía eléctrica es de 5238.00 tCO_2e/año por el consumo de 9000 kW (ver figura 16). Es importante mencionar que esta cantidad de energía es la estimada únicamente durante la etapa de construcción, por lo que, para las demás etapas sería diferente dicho cálculo.

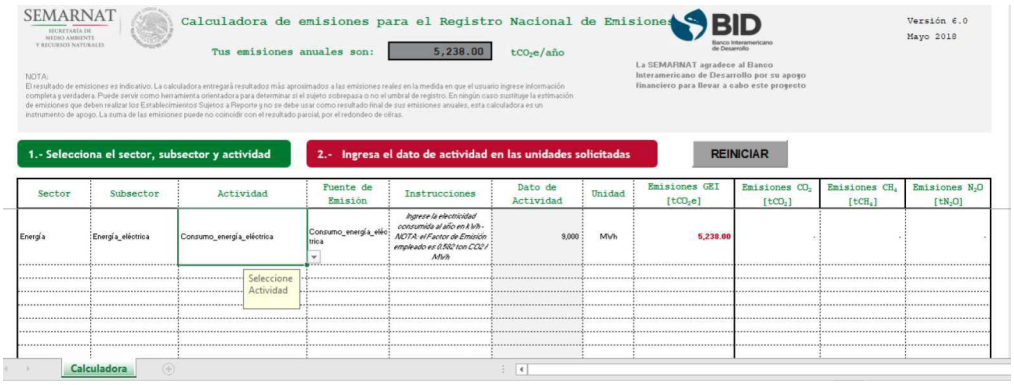


Figura 16. Cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica de equipo.

En cuanto a la maquinaria menor que generará emisiones a la atmósfera se estima un tiempo de trabajo de 672 horas para la totalidad de la obra con un consumo de 1500 litros de diésel aproximadamente, de tal manera que, si consideramos estos datos, podemos calcular las emisiones de los gases de efecto invernadero a partir de la siguiente fórmula establecida por el IPCC.

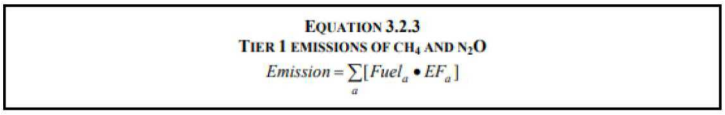


Figura 17. Ecuación para cálculo de emisiones.

Considerando que el equipo en mención utiliza gasolina para su funcionamiento, se presenta a continuación los datos correspondientes para este combustible.

Tabla 17. Características de combustible utilizado.

Gasolina magna	No. CAS	68476-34-6
Volumen de combustible empleado por equipos:	1.5	**m^3**
Eficiencia equipos (consumo)	2.23	L/h
Poder calorífico del diésel	39,552.000	MJ/m^3
Contenido energético de diésel consumido:	0.06	TJ

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Cálculo de emisiones de GEI por equipo de construcción.

Contaminante	Factor de emisión IPCC	Unidad	Generación	Unidad	No. CAS
Bióxido de carbono	74,100.00	Kg/TJ	4,396.20	Kg	124-38-9
Metano	3.90	Kg/TJ	0.23	Kg	74-82-8
Óxido nitroso	3.90	Kg/TJ	0.23	Kg	10024-97-2

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Consultado en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

Por lo anterior, se estima que se generarán por las actividades del equipo de construcción una emisión correspondiente a 4.39 tCO2/actividades, 0.23 kgCH4/actividades y 0.23 kgN2O/actividades.

En resumen, se espera una generación por las actividades de construcción de 5242.39 tCO2/actividades, 0.23 kgCH4/actividades y 0.23 kgN2O/actividades.

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

Contenido

III.1 Leyes 1

III.2 Reglamentos 3

III. 3 Normas 4

III.4 Programa de ordenamiento ecológico territorial (POET) 6

III.5 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 24

III.6 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU). 25

III.7 Otros Instrumentos 28

En este apartado se presenta un análisis detallado de la normatividad ambiental vigente y obligatoria para el proyecto "Plaza Romeo Tulum", según sus características descritas en los capítulos I, II y IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, de tal manera que se busca regular y garantizar que el proyecto se realice con base en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes, apegándose a las leyes, reglamentos, normas e instrumentos jurídicos de los tres niveles de gobierno.

Un análisis de vinculación congruente jurídicamente con el proyecto se realiza considerando un orden de jerarquía de los instrumentos legales propuesto por Kelsen (1958), desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Leyes Federales, Estatales y Locales, hasta los ordenamientos de carácter administrativo derivados de las mismas, así como el marco regulatorio expresado en Normas Oficiales Mexicanas.

A continuación, se analizan el conjunto de artículos de cada una de las leyes, reglamentos, normas e instrumentos de planeación, que inciden en el proyecto, su vinculación y cumplimiento con cada una.

III.1 Leyes

El proyecto queda sujeto a lo dispuesto en el artículo 28, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y artículo 5 inciso Q del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

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:

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

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:

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 (...)

El proyecto en virtud de lo anterior, se considera que entra en uno de los supuestos antes mencionados, por tal motivo, se somete a evaluación por parte de la Secretaría para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

a. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	
Dice	***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:* *(...)* *IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*
Relación	La elaboración del presente documento obedece al cumplimiento de este artículo al presentarse para su evaluación ante la autoridad competente para la aprobación del proyecto "Plaza Romeo Tulum".
Dice	***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.*
Relación	Para obtener la autorización del proyecto, se presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su evaluación el estudio denominado Manifestación de Impacto Ambiental referido en el artículo 30.

b. Ley General de Vida Silvestre

Tabla 2. Vinculación del proyecto con la LGVS.

Ley General de Vida Silvestre	
Dice	*Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.* *Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.*
Relación	En el área del proyecto no se encuentra un sistema de manglar, así mismo, no se encuentra dentro de un área destinada para la conservación de vida silvestre, ni existen programas de manejo, prevención y restauración que restrinjan las acciones que se proponen, por lo que, el artículo 60 TER no es aplicable.

c. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Tabla 3. Vinculación del proyecto con la LGAHOTDU.

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano	
Dice	*Artículo 3. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:* *VI. Centros de Población: las áreas constituidas por las zonas urbanizadas y las que se reserven para su expansión;*
Relación	El proyecto se ubica en el centro de población de Tulum de acuerdo a la definición anterior.

d. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla 4. Vinculación del proyecto con la LGDFS.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	
Dice	*Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:* *LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas.*
Relación	El proyecto se ubica en el Centro de Población de Tulum, por lo que, no corresponde a un terreno forestal.
Dice	*Artículo 71. No se requiere autorización de la Comisión para realizar la remoción y el transporte de vegetación que provenga de terrenos diversos a los forestales. (...)*
Relación	El proyecto, por no encontrarse en un terreno forestal en términos del artículo 7 de la presente ley y conforme el artículo 71, no requiere de la autorización de cambio de suelo forestal.

III.2 Reglamentos

a. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Tabla 5. Vinculación del proyecto con el Reglamento de LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.

Reglamento de LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	
Dice	*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:* *(...)* *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*

Reglamento de LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	
	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.*
Relación	Como se puede observar, la solicitud se fundamenta en el inciso Q), en virtud de ser un proyecto con infraestructura turística, mas especificamente instalaciones de comercio y restaurante enfocado a visitantes de la zona, de tal manera que se presente el presente documento en cumplimiento con este artículo.
Dice	*Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* *(...)* *II. Particular.*
Relación	Se presenta para su evaluación y aprobación la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto “Plaza Romeo Tulum”.
Dice	*Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:* *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción del proyecto;* *III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;* *IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;* *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;* *VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;* *VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.*
Relación	El documento Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, se presenta con la información solicitada, misma que es real y fidedigna, a fin de cumplir con los alcances establecidos en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

III. 3 Normas

a. NOM-059-SEMARNAT-2010

Bajo el rubro de especies en la categoría de amenazadas (A), en peligro de extinción (P), probablemente extinta en el medio silvestre (E) y/o sujeta a protección especial (Pr), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio se registró la presencia 10 ejemplares de *Thrinax radiata* (palma chit), la cual es una especie amenazada.

Tabla 6. Individuos bajo estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo	Número de individuos
Palma Chit	*Thrinax radiata Lood.* ex J.A. & J.H. Schutt.	A-Amenazada	10

Cabe señalar que no se eliminarán estos individuos del predio, ni se pretende afectarlos, por lo que, se conservarán en sus condiciones naturales e incluso se pretende mejore su estado al implementar medidas que garanticen su cuidado.

a. Otras Normas Oficiales Mexicanas

Tabla 7. Vinculación del proyecto con NOMs.

Norma Oficial Mexicana	
NOM-001-SEMARNAT-1996.	
Tema	*Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*
Relación	Se dará cumplimiento a la presente norma al no realizar descargas de aguas residuales directas al medio, debido a que las aguas residuales serán conducidas a través de la red sanitaria hasta planta de tratamiento para su captación y tratamiento y posteriormente se completará el proceso de tratado a través de un humedal artificial, de tal manera que, se espera que con estas medidas se garantice que las aguas residuales sean tratadas hasta presentar parámetros menores a los límites máximos permisibles al momento de ser dispuestos finalmente.
NOM-041-SEMARNAT-2015.	
Tema	*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.*
Relación	En la etapa de construcción, la promovente garantizará las condiciones adecuadas de funcionamiento de vehículos y maquinaria debido a que: 1. Únicamente se permitirá el funcionamiento de aquellos que se encuentren en óptimas condiciones para realizar las actividades constructivas. 2. Se monitoreará el funcionamiento de los mismos y en caso de requerirse, se solicitará a la empresa contratista su mantenimiento preventivo o correctivo.
NOM-080-SEMARNAT-1994.	
Tema	*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.*
Relación	Durante las actividades de construcción, la promovente para dar cumplimiento a esta norma, seguirá las siguiente medidas: 1. Se empleará únicamente vehículos en condiciones óptimas. 2. Se monitoreará constantemente la eficiencia de los mismos. 3. Se limitarán los trabajos únicamente en horario diurno. En la etapa de operación, la responsabilidad de esta norma recaerá en los visitantes que utilicen sus vehículos, toda vez que para las actividades objeto del proyecto, no se utilizarán vehículos.
NOM-161-SEMARNAT-2011.	
Tema	*Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el*

Norma Oficial Mexicana	
	procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
Relación	Se seguirán las recomendaciones establecidas en esta norma, por lo que, se implementan estrategias encaminadas a la recuperación, reciclado y minimización de los residuos generados.

III.4 Programa de ordenamiento ecológico territorial (POET)

El instrumento de regulación directa del uso de suelo en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto es el denominado POET Corredor Cancún-Tulum.

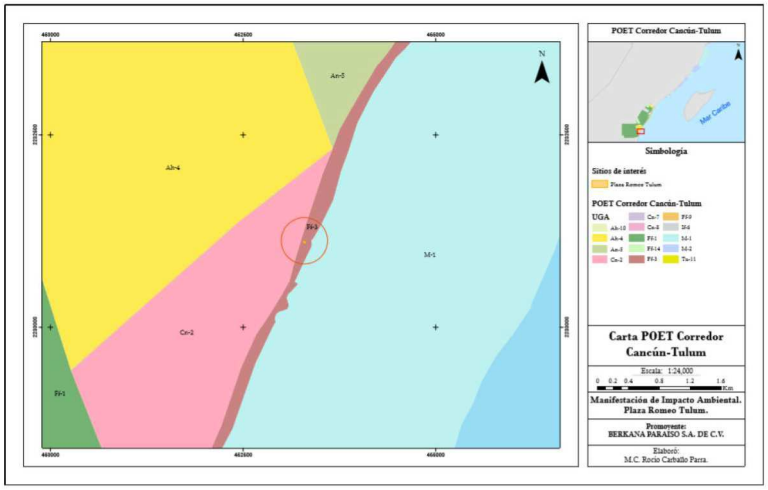


Figura 1. Ubicación del Proyecto respecto al POET Corredor Cancún-Tulum.

Figura 2. Ubicación del predio del proyecto respecto al POET Corredor Cancún-Tulum.

El POET Corredor Cancún Tulum decretado el 16 de noviembre de 2001, es un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es apoyar el desarrollo turístico e infraestructura de servicios congruentes a la política ambiental que permita la permanencia de sus recursos naturales y al mismo

tiempo sea posible su aprovechamiento de manera sustentable. El predio donde se ubicará el Proyecto "Plaza Romeo Tulum", se localiza en la UGA Ff-3 con uso predominante de flora y fauna.

Figura 3. Ubicación de la fracción disponible del proyecto respecto al POET Corredor Cancún-Tulum.

Tabla 8. Parámetros de la Unidad de Gestión Ambiental Ff-3

UGA	**3**
Nombre	Costa Tulum-Sian Ka'an
Política/fragilidad ambiental	Conservación/4
Uso predominante	Flora y fauna
Usos compatibles	
Usos condicionados	Infrastructura, turismo
Usos incompatibles	Acuacultura, agricultura, asentamientos humanos, forestal, industria, minería, pecuario, pesca.

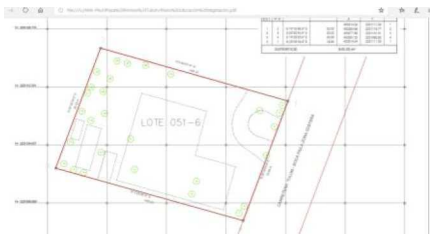
Los criterios de regulación ecológica son aquellos lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental. En el caso del POET Corredor Cancún Tulum, se asignaron teniendo siempre presente que la prioridad es el aprovechamiento sustentable, es decir, la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos; y que el fin del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente y la preservación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

En el caso del uso y aprovechamiento del predio para cualquier proyecto que se pretenda construir o realizar, deberá sujetarse a los criterios asignados a la Unidad de Gestión Ambiental.

Tabla 9. Criterios para la Unidad de Gestión Ambiental Ff-3.

<table>
<tr><th>Uso</th><th>Núm.</th><th>Criterio aplicable</th><th>Vinculación con el proyecto</th></tr>
<tr><td colspan="4">Actividad Forestal</td></tr>
<tr><td>AF</td><td>1</td><td>Solamente se permite colectar frutos, semillas o restos de madera con fines de subsistencia.</td><td>El proyecto “Plaza Romeo Tulum” consiste en la construcción y operación de una plaza comercial, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Construcción</td></tr>
<tr><td>C</td><td>1</td><td>Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.</td><td>El desarrollo del proyecto considera desmontar únicamente las áreas de desplante del proyecto (342.54 metros cuadrados), por lo que, se requiere cortar los siguientes ejemplares.

Tabla 10. Vegetación a desmontar.<table><tr><th>Numero de ejemplares</th><th>Vegetación a desmontar</th></tr><tr><td>6</td><td>Cocoteros (1, 2, 3, 5, 8 y 9 del plano ubicación de vegetación)</td></tr><tr><td>2</td><td>Almendros (11 y 12)</td></tr></table>Tal como se aprecia en la tabla anterior y en la figura siguiente, se considera desmontar 6 ejemplares de cocotero (cocos nucifera L.) y 2 ejemplares de almendro (terminalia catappa), el resto de los ejemplares se conservará, incluyendo las palmas chit existentes, consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 especie bajo amenaza. Para mejor detaller, ver plano ubicación de vegetación.

 
Figura 4. Ubicación de vegetación en la fracción del predio a utilizar.</td></tr>
<tr><td>C</td><td>2</td><td>Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.</td><td>En cumplimiento a este criterio, la promovente considerará la reubicación de los ejemplares de cocotero que inciden en el área de desplante, sin embargo, para el caso de almendros (terminalia catappa) no se rescatarán, debido a que se consideran especies invasora exóticas.</td></tr>
</table>

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
C	3	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.	El proyecto no considera establecer campamentos para el personal, toda vez que se encuentra inmerso en un centro de población, por lo que, el personal podrá desplazarse diariamente a sus casas acabada la jornada de trabajo. En el caso de la bodega temporal, se ubicará a un costado del área de desplante de la plaza, lugar que carece de vegetación en el predio.
C	4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.	El proyecto no considera establecer campamentos de construcción, sin embargo, se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores. Las aguas residuales serán retiradas por la empresa arrendadora de este servicio para su traslado a la PTAR cercana. Los residuos solidos urbanos generados (incluidos lo sanitarios) serán colocados en contenedores de HPDE de 200L con tapa hermética y retirados los días de colecta por lo servicios municipales.
C	5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos	El proyecto no considera establecer campamentos de construcción, sin embargo, para el manejo de residuos se establecerá un sistema de separación (orgánicos e inorgánicos) en la etapa de construcción al instalarse contenedores de HDPE con tapa hermética, rotulados y libres de perforaciones.
C	7	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	El proyecto no considera establecer campamentos, sin embargo, no se omite mencionar que los servicios de apoyo, como son los sanitarios portátiles y la bodega temporal, serán retirados del sitio del proyecto al término de la etapa de construcción.
C	8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	En caso de abandono del sitio, la promovente presentará ante la autoridad ambiental un programa para su evaluación y autorización de restauración del sitio, sin embargo, cabe mencionar que, por las características del proyecto, no se considera el abandono del sitio o actividad.
C	10	No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.	El proyecto no considera usar explosivos en alguna de sus etapas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
C	10	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	Los residuos de construcción que pudieran generarse (derivados de obras, excavaciones o relleno), serán dispuestos donde la autoridad municipal determine.
C	12	Los residuos sólidos y líquidos derivados de la construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.	Los residuos de construcción serán separados conforme el grupo al que pertenezcan: material de excavación, concreto, elementos prefabricados (bloques, mortero, mampotería) productos del despalme y otros, entendiendose por otros como la madera, metales, plásticos, etc. Los residuos serán almacenados en un área establecida, señalizada y preferentemente con suelo permeable. En el caso de los residuos que por su tamaño sean susceptibles de ser almacenados en contenedores con capacidad de 200 L, se mantendran en estos y para el caso de los demas se apilarán juntos para ser retirados posteriormente y disponerse donde la autoridad determine.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
C	13	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Las grasas y aceites no estarán en contacto con el medio en ninguna de las etapas. En cuanto a las emisiones a la atmosféricas que serán generadas en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto como medida preventiva se tomarán las siguientes acciones: 1. Se mantendrá un riego constante del material pétreo utilizado y de las áreas de trabajo. 2. El cemento utilizado, se mantendrá cubierto para evitar la dispersion de polvos. 3. Se instalará una cerca frontal provisional como contención a fin de minimizar la dispersión de particulas de polvo. 4. Se vigilará que los camiones que transporten el material pétreo se mantengan cubiertos con lonas. 5. Se vigilará que los vehiculos y maquinaria utilizados se encuentren en óptimas condiciones. 6. En caso de requerirse, se realizará el mantenimiento preventivo o correctivo en talleres especializados. En relación con el ruido, en la etapa preparación del sitio y construcción, se tiene contemplado realizar las siguientes medidas: 7. Se empleará unicamente equipo en condiciones óptimas. 8. Se monitoreará constantemente la eficiencia de los equipos. 9. Se limitará trabajos unicamente a horario diurno. En la etapa de operación, para reducir el ruido se tiene considerado las siguientes medidas: 10. Se limitará las actidades a horario diurno. 11. Se establecerá un programa de mantenimiento de instalaciones especialmente de los equipos empleados. 12. Se colocarán letreros alusivos para el respeto al descanso de la fauna silvestre.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
C	14	No se permite la utilización de palmas de las especies Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, y Coccothrinax readii (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.	En ninguna de las etapas del proyecto se tiene contemplado el uso de palmas de las especies Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, y Coccothrinax readii (chit, cuca y nakás), como material de construcción, por lo que, no se realizarán acciones para este criterio.
C	15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	En la etapa de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de evitar y/o reducir la dispersión de polvos generados por el proyecto, como medida preventiva se tomarán las siguientes acciones: 1. Se mantendrá un riego constante del material pétreo utilizado y de las áreas de trabajo. 2. El cemento utilizado, se mantendrá cubierto para evitar la dispersion de polvos. 3. Se instalará una cerca frontal provisional como contención a fin de minimizar la dispersión de particulas de polvo. 4. Se vigilará que los camiones que transporten el material pétreo se mantengan cubiertos con lonas.
C	16	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Los materiales pétreos utlizados en las actividades de construcción, provendrán de establecimientos comerciales autorizados para su venta.
C	17	Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km. de los centros de población.	En el proyecto, no se tiene considerado establecer campamentos, debido a que se encuentra inmerso en la localidad de Tulum, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
C	18	Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.	El predio del proyecto no se encuentra en un humedal, así mismo, su diseño contempla obras piloteadas a fin de evitar interrumpir la circulación del agua subterránea, tal es el caso del área denominada como “plaza” que estará apoyada sobre 21 pilotes de 0.40 metros por lado. En virtud de lo anterior, se considera que las obras no interrumpirán la circulación de agua subterránea.
C	19	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.	Las instalaciones serán subterráneas, por lo que, se cumple con este criterio.
Equipamiento e Infraestructura			

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
EI	3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	El proyecto se somete a evaluación para su aprobación ante la autoridad ambiental mediante la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular.
EI	5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	Se llevará a cabo un programa integral de manejo de residuos sólidos.
EI	8	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes	Se incluirán actividades de composteo en el programa de manejo integral de residuos, así mismo, el material derivado de la remoción de ejemplares de vegetación será triturado para ser dispersado en las áreas con vegetación en pie.
EI	9	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales	En la etapa de construcción, se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores. Las aguas residuales generadas será recoletada por la empresa arrendadora del servicio para su traslado y disposición final a través de una PTAR. En la etapa de operación se contará con dos sanitarios fijos que conducirán las aguas residuales a través de la red sanitaria hasta la planta de tratamiento para su captación y tratamiento y posteriormente se completará el proceso de tratado a través de un humedal artificial. Las medidas anteriores, evitarán la contaminación del suelo y subsuelo, así como la proliferación de fauna nociva.
EI	10	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.	El proyecto no generará residuos peligrosos biológicos infecciosos, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	11	Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	El proyecto contará con áreas destinada para el manejo de residuos sólidos y líquidos. En el caso de los residuos líquidos, se contará con una Planta de Tratamiento conectado a un humedal artificial. En cuanto a los residuos sólidos se tendrá un área para su acopio temporal y manejo.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
EI	12	Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	El proyecto incluye un sistema de tratamiento de las aguas residuales de acuerdo con a normatividad vigente.
EI	13	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.	No se canalizará el drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de algún pozo el promovente tramitará ante la SEMARNAT y la Comisión Nacional de Agua los permisos correspondientes.
EI	14	Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	El proyecto no contempla la construcción de calles o avenidas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	16	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	Las aguas provenientes del sistema de tratamiento serán utilizadas en actividades de riego de las áreas verdes y con vegetación en pie.
EI	17	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.	El sistema de tratamiento contará con las disposiciones técnicas para la eliminación de los contaminantes que se generen, de tal manera que los lodos generados no tendrán características CRETIB y podrán ser promovidos su composteo como mejorador de suelo.
EI	18	Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	Las aguas provenientes del sistema de tratamiento serán utilizadas en actividades de riego de las áreas verdes y con vegetación en pie.
EI	19	Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.	El proyecto no realizará la descarga de aguas residuales crudas al suelo o subsuelo, sino hasta se haya recibido un tratamiento a través de la Planta de Tratamiento y el humedal artificial.
EI	20	No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.	El proyecto no pretende verter aguas tratadas a ningún sistema acuático, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	21	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.	El proyecto no contempla el mantenimiento de derechos de vía en ninguna de las etapas del proyecto, sin embargo, el promovente dará instrucciones a la constructora para que sus trabajadores no realicen quemas o preparen alimentos mediante fogatas, ni se apliquen químicos o se utilice maquinaria pesada para el mantenimiento de las instalaciones del proyecto.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
EI	22	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	El camino que se instalará en el predio será rústico y se respetará el nivel natural del suelo, de tal manera que no se formarán taludes, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	23	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	El proyecto conservará los ejemplares de vegetación que no incidan en las áreas de desplante del proyecto.
EI	24	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	El proyecto únicamente derribará los ejemplares de vegetación que conciden con la superficie de desplante de obras.
EI	25	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	Se dotará de reductores de velocidad y señalamientos alusivos al cuidado y protección de la fauna.
EI	27	Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos así como los corredores biológicos.	El proyecto no se desarrollará en una zona inundable, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	28	Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	36	No se permite la construcción de muelles.	El proyecto no contempla la construcción de muelles, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	37	No se permite la construcción de embarcaderos	El proyecto no contempla la construcción de embarcaderos, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	43	Se prohíben los campos de golf.	El proyecto no contempla la construcción de campos de golf, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	48	Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.	La fracción del predio donde se pretende realizar el proyecto no colinda con la zona federal marítima terrestre, por lo que, no se obstruirá el acceso a dicha zona.
EI	49	No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura de comunicación, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
EI	50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera	El proyecto no contempla la construcción de obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
EI	53	Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	El predio no se encuentra en un humedal, así mismo, no cuenta con caminos preexistentes, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Flora y fauna			
Ff	1	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	El proyecto no contempla la tala o aprovechamiento de leña en ninguna de las etapas del proyecto, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	2	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	El predio se encuentra severamente impactado tal como se evidencia en la caracterización, por lo que, la fauna es escasa, de tal forma que las afectaciones serán manejables y en su caso susceptibles de ser minimizadas con la aplicación de las medidas de mitigación presentadas en este documento.
Ff	5	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	6	En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	7	Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	8	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	9	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	10	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
Ff	11	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar el arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	12	Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	13	Se realizara la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	14	En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	15	En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.	El proyecto contará con 1208.08 metros cuadrados (65.30% de la superficie total del predio) de area de conservación en la que se mantendrá la vegetación existente, que consiste en ejemplares de cocotero, boob y palma chit. En cuanto a los ejemplares de almendro malabar, debido a que es una especie exótica invasiva se procederá a su erradicación.
Ff	16	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea	El proyecto no contempla la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, por lo que, se considera no aplicable el pesente criterio.
Ff	17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	El proyecto no pretende establecer viveros o invernaderos, sin embargo, en caso de requerirse se tramitarán los permisos correspondientes.
Ff	18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico	En el desarrollo del proyecto no se tiene contemplado el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas, sin embargo, en caso de requerirse su uso, se utilizarán aquellos compuestos orgánicos autorizados por la CICOPLASFEST, no obstante, la promovente dará prioridad a uso de medios de control mecánicos.
Ff	19	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	El proyecto no contempla la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre no extractivas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
Ff	20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	El predio no cuenta con cenotes, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	21	Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii y Beaucarnea ameliae (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	El proyecto no contempla el aprovechamiento de plantas Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii y Beaucarnea ameliae (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) o de alguna especie de orquídea, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	El proyecto no contempla la introducción de especies de flora o fauna exóticas invasivas. En el caso de los ejemplares de almendro malabar, debido a que es una especie exótica invasiva se procederá a su erradicación.
Ff	23	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar Casuarina equisetifolia y se restablecerá la flora nativa.	En el caso de los ejemplares de almendro malabar, debido a que es una especie exótica invasiva se procederá a su erradicación.
Ff	24	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	En las áreas verdes se emplearán ejemplares de flora nativa, así mismo, las áreas conservadas preservarán la fauna nativa presente.
Ff	26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	El proyecto no contempla el uso de explosivos, dragados y contrucciones cercanas a arrecifes y manglares, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	32	Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.	El proyecto no contempla el dragado, apertura de canales, boca o cualquier obra o acción, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Ff	34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	En el capítulo IV se presenta la caracterización del predio, que identifica individuos de palma chit (thrinax radiata) dispersos en el lado oeste del predio, especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de acuerdo con las caracteristicas del proyecto, estos ejemplares no se verán afectados, sino se integrarán al mismo, de tal manera que, se mejorará las condiciones de la flora preservada.
Ff	36	Se prohíben los dragados y explosivos en áreas de manglar.	El predio no cuenta con áreas de manglar, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Manejo de Ecosistemas			

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
MAE	1	En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	2	No se permite encender fogatas en las playas.	El proyecto no se encuentra adyacente a la playa o zona federal marítimo terrestre, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	5	Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	El proyecto no realizará extracción de arena de playas, dunas o lagunas costeras.
MAE	6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	El proyecto no contempla el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables. En caso de suscitarse un accidente que involucre el vertimiento de estos, se tomarán las acciones necesarias para su manejo.
MAE	7	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	El proyecto no colinda con la zona de dunas frontal, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.
MAE	8	La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m	El proyecto no colinda con la zona de playas, dunas o lagunas costeras, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	9	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	El proyecto no contempla realizar caminos sobre dunas, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.
MAE	10	Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	El proyecto no contempla realizar construcciones sobre dunas, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.
MAE	11	No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	El proyecto no realizará remoción de la vegetación natural en el cordón de dunas.
MAE	12	La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica	En el predio no se encuentran humedales, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	13	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.	En el predio no se ubican cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas o manglar, así mismo, el proyecto no contempla en ninguna de sus etapas realizar actividades de desecación, dragado o relleno, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	14	Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.	El proyecto considera captar agua de lluvia de los techos de las edificaciones para su filtrado y almacenamiento en cisternas.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
MAE	15	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de aguas subterráneas, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.
MAE	17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	El proyecto no colinda con la zona federal marítima terrestre o cuerpos de agua, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	El proyecto no colinda con cuerpos de agua, por lo que, se considera que el presente criterio no aplica.
MAE	21	Sólo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la UGA 7 que incluye el área de X'cacel-X'cacelito.	Como ya se estableció previamente, en el predio
MAE	23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	En la integración del área verde se considerará el uso de flora nativa.
MAE	24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas	En el predio no existen dolina, cenotes o carvernas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	25	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	En el predio no existen dolina, cenotes o carvernas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	26	Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	En el predio no existen dolina, cenotes o carvernas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	27	La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	En el predio no existen dolina, cenotes o carvernas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	29	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	En las colindancias del predio, se mantendrá la vegetación nativa, sin embargo, es importante mencionar que los predios aledaños se encuentran cercados, por lo que, para efectos de preservar la conectividad de la vegetación natural no es posible.
MAE	30	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	El proyecto no se desarrollará en una zona inundable, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
MAE	31	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	El predio no cuenta con áreas de manglar, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto no implica la obstrucción y/o modificación de escurrimientos pluviales, debido al sistema de cimentación propuesto.
MAE	33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	En caso de ser requerido el uso de plaguicidas, se acatará lo establecido en el presente criterio.
MAE	40	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.	El proyecto no contempla la restauración y mantenimiento de un sitio arqueológico, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	45	El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de exceder el 10% de la cobertura incluida en el predio y deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.	El predio no cuenta con áreas de manglar, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	47	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	48	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.	El proyecto en caso de requerir el uso de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas, se utilizará los autorizados por la CICOPLAFEST.
MAE	49	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	En las áreas conservadas se mantedrá los ejemplares de flora nativa.
MAE	52	La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.	En las áreas conservadas se mantedrá los ejemplares de flora nativa.
MAE	53	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de deshechos vegetales producto del desmonte.	En el proyecto no se utilizrá fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal. Los medios para el desmonte de los ejemplares requeridos, será de manera mecánica y estos serán picados y triturados para su composteo y posterior uso en las áreas verdes o las áreas conservadas.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
MAE	54	Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	El predio del proyecto no presenta afectación por incendios o movimientos de tierra, sino la presión antropica ejercida por el desarrollo de la zona ha impactado sobre sus condiciones naturales, esto se evidencia ccon la presencia de ejemplares de especies exóticas invasivas como son los almendros malbar, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
MAE	55	Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.	El predio no cuenta con cuerpos de agua, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
Turísmo			
TU	3	Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.	El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una plaza comercial, de tal manera que no tiene previsto la renta de cuartos o habitaciones, por lo que se considera no aplicable el presente criterio.
TU	10	Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	El proyecto contará con un programa integral para el manejo de residuos sólidos y líquidos.
TU	11	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	Se implementará un reglamento interno a fin de minimizar los impactos ambientales hacia la flora y fauna, el cual se presentará en los informes de cumplimiento correspondientes.
TU	15	Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.	La altua máxima del proyecto será de 9.30 metros sobre nivel del suelo, por lo que, se cumple con este criterio.
TU	17	La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.	El proyecto no presenta frente de playa, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
TU	18	Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.	En caso de requerirse por la autoridad, se realizará el mencionado estudio.
TU	21	En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	El predio no colinda con alguna área natural protegida, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
TU	22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	En el predio se advierten ejemplares de flora protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde palma chit, mismo que será objeto de conservación.
TU	23	Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.	El proyecto considera conservar de manera envolvente la vegetación en pie para dar cumplimiento al presente criterio.
TU	24	En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente	La promovente mantedrá la vegetacion nativa en las áreas conservadas, de tal manera que, se responsaliza de su cuidado y conservación, por lo que, se cumple con este criterio.
TU	34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	La promovente proverá de las condiciones de seguridad a los usuarios del proyecto, conforme los lineamientos y normas de seguridad vigentes.
TU	40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	El proyecto acatará este criterio, aunado a esto, se instalarán letreros informativos para fomentar el respecto a la fauna silvestre.
TU	43	En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	En el predio no existen zonas arqueológicas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.
TU	44	Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	En el predio no existen zonas arqueológicas, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

Uso	Núm.	Criterio aplicable	Vinculación con el proyecto
TU	45	Se consideran como equivalentes: 1) Una villa a 2.5 cuartos de hotel. 2) Un departamento, estudio o llave hotelera a 2.0 cuartos de hotel. 3) Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel 4) Un camper sencillo y cuarto de motel a 2.0 cuartos de hotel. 5) Un cuarto de motel a 1 cuarto de hotel. 6) Una Junior suite a 1.5 cuarto de hotel. 7) Una suite a 2 cuartos de hotel. Se define como cuarto hotelero tipo al espacio de alojamiento destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, área dormitorio para dos personas, guarda de equipaje y área de estar; no incluirá locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias del personal de servicio, sin que esto incremente su número total.	El proyecto no contempla la construcción de cuartos hoteleros, villas, departamentos, cuartos de clínica, campers, cuartos de motel, junior suite o suites, sino locales comerciales y un restaurante, por lo que, se considera no aplicable el presente criterio.

III.5 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

El predio del proyecto no se encuentra dentro de los límites de ninguna Área Natural Protegida (ANP). El ANP más cercana se encuentra a una distancia de aproximandamente 1.0 km dirección noreste, el cual es el Parque Nacional Tulum, que cuenta con una superficie total de 664.32 hectáreas.

El Parque Nacional Tulum fue pubilicado su decreto en el Periodico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 31 de agosto de 1981.

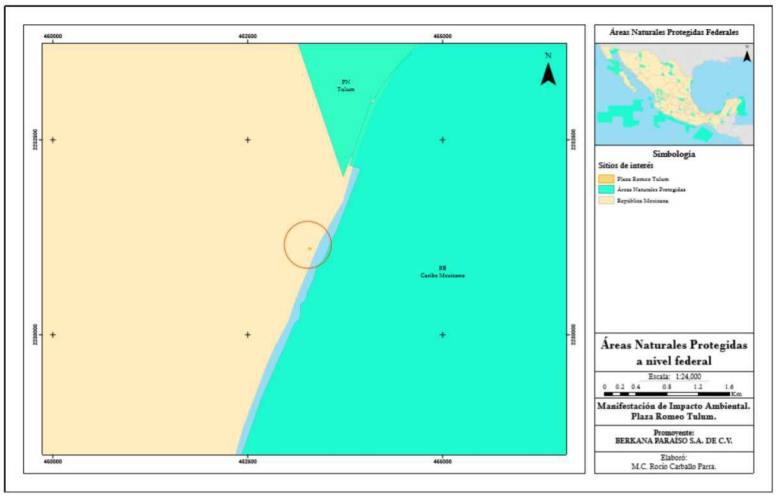


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a un ANP cercana.

III.6 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030 (PDUCPT).

La población de Tulum, cuenta con un instrumento de ordenamiento denominado Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006 – 2030 que fue publicado el día 9 de abril de 2008.

El proyecto se encuentra dentro de los límites del centro de población de Tulum, tal como se evidencía en la figura 5 y 6. El uso de suelo establecido para el predio corresponde al denominado turístico hotelero de densidad alta (TH5).

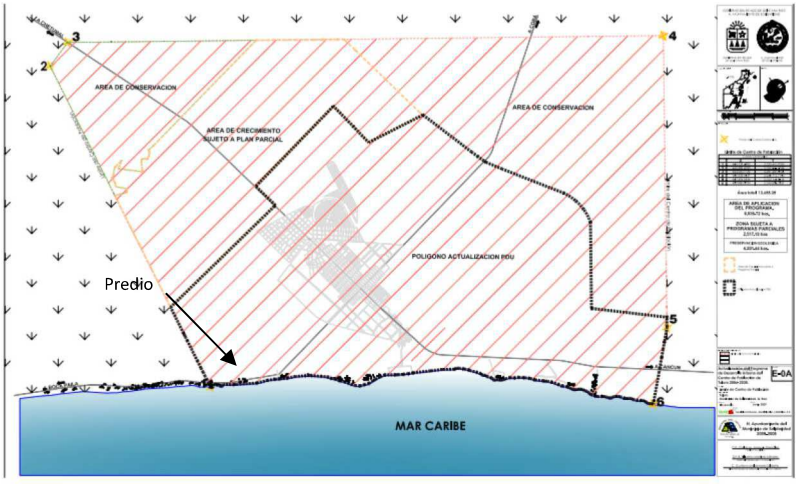


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto al Plano E-0a PDUCPT.

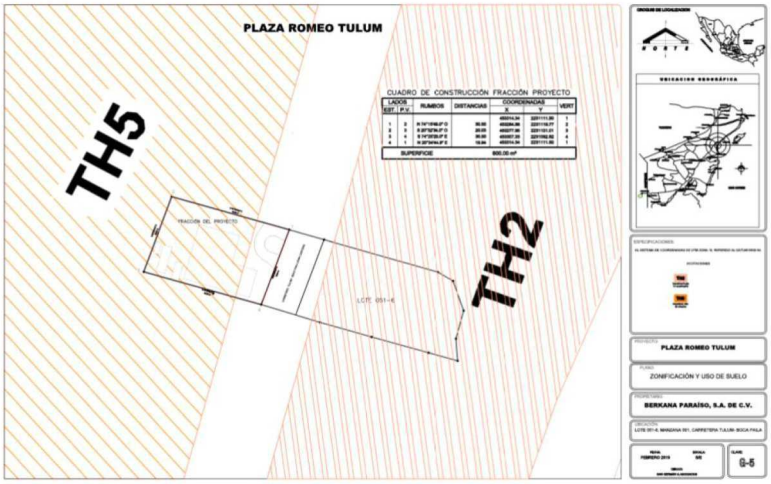


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto al PDUCPT.

Turístico hotelero densidad alta

La densidad máxima es de 40 cuartos hoteleros por hectárea que corresponden a la clave TH5 (predios receptores de transferencia de edificabilidad).

Se entiende por cuarto una unidad de alojamiento estandar con una o dos camas y baño: o una unidad de alojamiento tipo suite con una o dos camas y baño más estancia -comedor. El número de unidades de alojamiento tipo suite para efectos de cálculo de densidad no podrá ser mayor al 30 por cierto del total de cuartos en el predio.

Las características de esta área corresponden a:

Tabla 11. Vinculación del proyecto con las características de la clave TH5.

Característica	Vinculación con el proyecto
1. **La superficie mínima del lote será de 5,000 metros cuadrados, sin que pueda dividirse en fracciones menores;**	El predio no cumple con esta característica, debido a que cuenta unicamente con una superficie de 600 metros cuadrados para el desarrollo del proyecto, sin embargo se recalca nuevamente que el proyecto NO consiste en la construcción de cuartos hoteleros
2. **El frente mínimo del lote a la vía pública, a áreas comunes o a la Zona Federal Marítimo Terrestre será de 50 metros lineales.**	El predio no cumple con esta característica, debido a que por sus dimensiones su frente a la vía publica es de 19.94 metros, sin embargo, nuevamente se hace énfasis en que el proyecto NO consiste en la construcción de cuartos hoteleros.
3. **El coeficiente de ocupación del suelo (COS) no será mayor de 0.25 y, consecuentemente, la superficie edificable no deberá ocupar más del 25 por ciento de la superficie total del lote;**	El proyecto considera una superficie de desplante de 342.54 metros cuadrados en un predio que tiene una superficie total de 1574.49 metros cuadrados, por lo que, considerando lo anterior, se realiza el siguiente cálculo:

Característica	Vinculación con el proyecto
	$$COS = superficie\ ocupada * (\frac{1}{superficie\ total})$$ $$COS = 342.54\ m^2 * \left(\frac{1}{1574.49\ m^2}\right) = 0.21$$ Por lo que se cumple con el COS asignado al predio.
4. El coeficiente de utilización del suelo (CUS) no deberá ser superior a 0.50 y, por tanto, la superficie construida máxima no excederá al 50 por ciento de la superficie total del lote;	El CUS para el proyecto queda definido por el siguiente cálculo: $$CUS = superficie\ utilizada * (\frac{1}{superficie\ total})$$ $$CUS = 530.99\ m^2 * \left(\frac{1}{1574.49\ m^2}\right) = 0.33$$ Por lo que se cumple con el CUS asignado para el área del proyecto.
5. La altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo; no debiendo exceder de tres niveles ni de 12 metros de altura exceptuando los casos de palapas o elementos artísticos o escultoricos en los edificios los cuales no podrán rebasar los 10.50 metros de altura. Para determinar la altura, esta se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de cumbrera en techos inclinados o al pretil de azotea en techos planos.	La altura máxima de las construcciónes respecto a la interseccion del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública será de 9.30 metros, por lo que se cumple con la altura.
6. Se deberá tener dentro del lote un área de estacionamiento con capacidad mínima equivalentes en cajones de estacionamiento al 30%, el excedente se promoveerá a razón de un estacionamiento por cada diez cuartos;	El proyecto no comtempla construir cuartos, por lo que, no se considera construir estacionamiento.
7. Las restricciones mínimas se han establecido de la siguiente manera: frontal de 10 metros; 5 metros lateral; 10 metros posterior y 6 metros a la vía pública con bardas perimetrales no deberán tener una altura mayor a 2 metros;	El proyecto en cumplimiento a este punto, presenta las siguientes características ➢ Restricción frontal y a la vía pública 3 metros ➢ Restricción lateral 5 metros ➢ Restricción posterior 10 metros Es importante mencionar que, debido a sus dimesiones, resulta imposible cumplir con todos las restricciones, además de que no se trata de un proyecto hotelero.
8. En las áreas de restricción por colindancia	El proyecto no comtempla construir alguno de los

Característica	Vinculación con el proyecto
con la vía pública podrán construirse elementos como palapas o pérgolas, máximo de un nivel de altura y respetando el mínimo de área verde indicada a conservar.	elementos mencionados en este punto.
9. Los usos permitidos, condicionados y prohibidos dentro de esta categoría de zonificación se establecen en la Matriz de Compatibilidad de Usos y Destinos.	El proyecto se sujetará a este punto al solicitar a la autoridad municipal la compatibilidad del proyecto dentro de Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum en el área correspondiente TH5.

III.7 Otros Instrumentos

Regiones prioritarias de conservación

En relación al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se vincula con el proyecto, al permitir caracterizar regiones de importancia ambiental.

a. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El predio no se encuentra dentro de los límites de ninguna Región Terrestre Prioritaria.

b. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

El predio de interés se encuentra dentro de los límites de la Región Hidrológica Prioritaria Cenotes Tulum-Coba, la cual tiene una extensión de 1,422.67 kilometros cuadrados y se localiza en la parte norte del Estado de Quintana Roo en la coordenadas siguientes:

Tabla 12. Límites de la RHP Tulum-Coba.

Latitud	20° 22’48” – 19° 54’ 00” N
Longitud	**88° 11’24” – 87° 21’00” W**

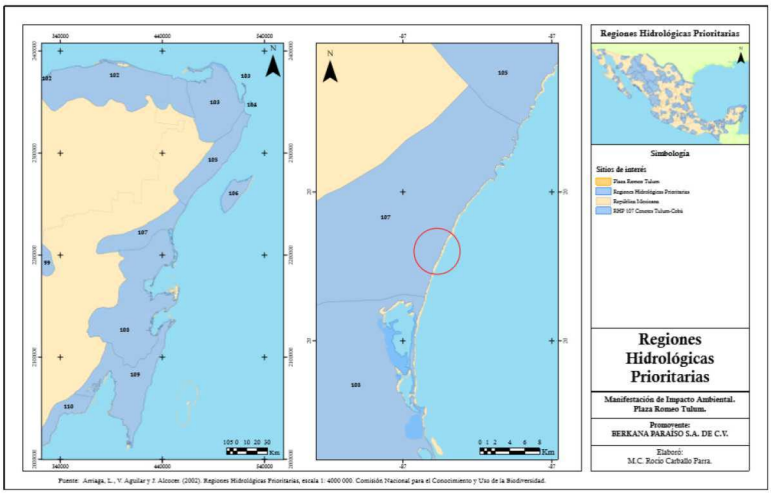


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.

Las características principales de la RHP Tulum- Coba se describen a continuación:

Recursos hídricos principales
lénticos: cenotes
lóticos: sistema de aguas subterráneas (única fuente de agua)

Limnología básica: intrusión salina.

Geología/Edafología: suelo pedregoso tipo Litosol y Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. Precipitación total anual 1300-2000 mm.

Principales poblados: Tulum, Cobá
Actividad económica principal: turismo, agricultura y silvicultura
Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, palmar inundable y sabana. Flora característica: *Acacia globulifera*, tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea, Bucida buceras*, chaca *Bursera simaruba, Caesalpinia gaumeri, Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba reflexiflora, C. uvifera*, palmas nakax *Coccothrinax readii* y **Pseudophoenix sargentii**, C*ordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperus planifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii*, palo tinte *Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea,* chechén M*etopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana, Roystonea dunlapiana*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna y Terpsinoe musica*. Fauna característica: del misidáceo *Antromysis (Antromysis*) cenotensis; el palemónido *Creaseria morleyi*; el isópodo *Creaseriella anops*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, E. conrowae, Halicyclops caneki, Macrocyclops albidus, Mesocyclops edax, M. longisetus curvatus, M. reidae, Mesocyclops sp., Paracyclops fimbriatus chiltoni, Schizopera toabe cubana, Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinus aff. aztequei, T. prasinus s.str.; los anfípodos Hyalella azteca, Mayaweckelia cenoticola, Quadrivisio lutzi y Tulumella unidens*; los decápodos *Typhlatya mitchelli y T. pearsei;* los ostrácodos Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus symmetricus, C. putei, Darwinula stevensoni, Eucypris cisternina, E. serratomarginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana, Stenocypris fontinalis, Strandesia intrepida, S. obtusata; los cladóceros Ceriodaphnia rigaudi, Echinisca rosea; de peces como los cíclidos Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. meeki, C. octofasciatum, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida y Thorichthys meeki, los poecílidos Belonesox belizanus, el guayacón yucateco Gambusia yucatana, Heterandria bimaculata, Poecilia latipinna, P. mexicana, P. orri y P. petenensis; el carácido Astyanax altior; la anguila americana Anguilla rostrata, Eleotris picta, Megalops atlanticus, Rhamdia guatemalensis, Synbranchus marmoratus. Especies

endémicas: la planta Enriquebeltrania crenatifolia; el remípedo Speleonectes tulumensis, el ostrácodo Danielopolina mexicana, los anfípodos Mayaweckelia cenoticola, Tuluweckelia cernua y Bahadzia bozanici, el termosbenáceo Tulumella unidens y el isópodo Bahalana mayana, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de peces Astyanax altior, Atherinella nov. sp., la brótula ciega Ogilbia pearsei, la anguila Ophisternon infernale y Poecilia velifera, las cuales se encuentran amenazadas por lo reducido y aislado de sus hábitats; de aves la paloma cabeciblanca Columba leucocephala, la chara yucateca Cyanocorax yucatanica, el mímido negro Dumetella glabrirostris, la troglodita yucateca Thryothorus albinucha; todas estas especies amenazadas por aislamiento y contaminación. Otras especies amenzadas de aves son el pavo ocelado Agriocharis ocellata, el zopilote cabeza amarilla Cathartes burrovianus, el hocofaisán Crax rubra, el halcón peregrino Falco peregrinus, el tucán pico multicolor Ramphastos sulfuratus, el zopilote rey Sarcoramphus papa; de mamíferos el tepescuintle Agouti paca, el puercoespín Coendou mexicanus, el jaguarndi Herpailurus yagouaroundi, el ocelote Leopardus pardalis, el tigrillo L. wiedii, el jaguar Panthera onca, el puma Puma concolor, el tapir Tapirus bairdii, el oso hormiguero Tamandua mexicana.

Aspectos económicos: Turismo, agricultura y silvicultura.

Problemática

- Modificación del entorno: turismo excesivo y desforestación.
- Contaminación: aguas residuales
- Usos de recursos: introducción del pez tilapia oreochromis mossambicus.

Conservación: debe frenarse la desforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con la RHP Tulum-Coba.

Vinculación con el proyecto
El proyecto corresponde a la construcción y operación de una plaza comercial en un predio de 1574.49 metros cuadrados y sus características principales se describen en el capítulo 2. Por su parte, no considera realizar actividades acuícolas, ni tampoco la introducción de especies invasivas como es la tilapia oreochromis mossambicus. El proyecto Plaza Romeo Tulum tiene considerada la integración de un área verde y una área de conservación con la vegetación nativa, así como, la remoción de las especies exóticas invasivas como son los ejemplares de almedro malabar encontrados (ver caracterización de flora, capitulo 4). En cuanto a las aguas residuales, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se mantendran en las letrinas portátiles a la espera de ser recolectados y transportados hacia la PTAR más cercana por la empresa arrendadora de estos. En la etapa de operación, las aguas residuales serán conducidas a través de la red sanitaria hasta planta de tratamiento para su captación y tratamiento, y posteriormente se completará el proceso de tratado a través de un humedal artificial.

c. Regiones Marinas Prioritarias

El predio de interés se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria Tulum-Xpuha, la cual tiene una extensión de 743 kilometros cuadrados y sus límites se encuentran en las coordenadas siguientes:

Tabla 14. Límites de la RMP Tulum-Xpuha.

Latitud	20°35'24" a 20°05'24" N
Longitud	87°31'48" a 87°06'36"W

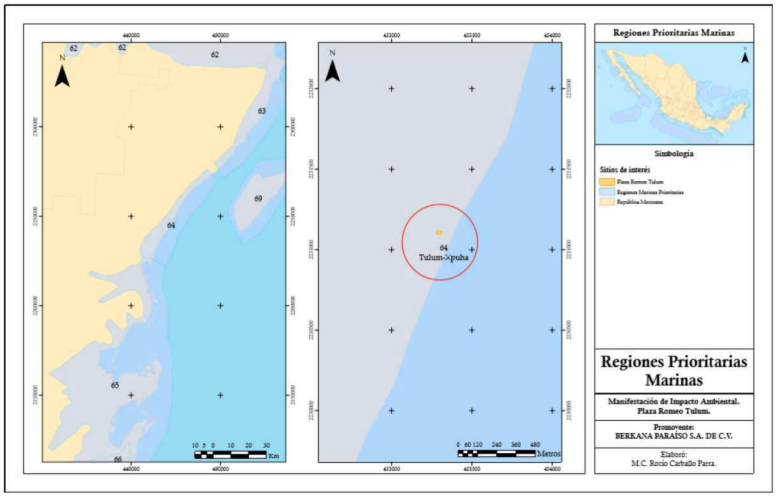


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a la RMP.

Las características principales de la RMP Tulum-Xpuha se describen a continuación:

Clima: cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26°C.

Geología: placa de Norteamérica.

Descripción: cenotes, caletas, arrecifes, dunas.

Oceanografía: predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Endemismo de vegetación en dunas y manglares (Echites yucatanensis, Vallesia antillana, Rhacoma gaumeri, Caesalpinia yucatanensis, Hampea trilobata, Coccothrinax readi, Thrinax radiata, Coccoloba ortizii, Hymenocallis caribae, Ziziplus yucatanensis, Passiflora xiikzodz, Chamaesyce cozumelensis, Matelea yucatanensis, Solanum yucatanum), peces (Ophisternon infernale, Ogilbia pearsei, Astyanax altior), Speleonectes tulumensis. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas y peces ciegos (hábitat permanente).

Aspectos económicos: zona de pesca media, artesanal y cooperativa. Grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes; intenso ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, desforestación.
- Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: por basura y aguas residuales.
- Uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas.
- Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

Conservación: se sugiere ampliar el perímetro de protección de cenotes, más allá de los 100 m que tiene actualmente, considerando las áreas de alimentación subterráneas, los cambios en el desarrollo urbano y turísticos. Se proponen como áreas protegidas los arrecifes de Xamanja y Xcacel (área de reproducción de tortugas). Ésta es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. Existen humedales con flujo de nutrientes; es el último hábitat de manatí hacia el norte y representa la conexión de éste con otros del sur.

Grupos e instituciones: Ecosur-Chetumal, IPN (Cinvestav-Mérida), Amigos de Sian Ka´an, Gema.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con la RMP Tulum-Xpuha.

Vinculación con el proyecto
El proyecto consiste en la construcción y operación de una Plaza Comercial, por lo que en ninguna de sus actividades se tiene previsto el uso de embarcaciones pesqueras y turísticas. La modificación del entorno será mínima, debido al grado de impacto que presenta el predio respecto a las condiciones naturales del ecosistema al que pertenece. El área del proyecto se encuentra aproximandamente 100 metros de la línea de costa, por lo que, ciertamente tiene un área de influencia sobre la zona marina, sin embargo, en el predio no se encuentran cuerpos de agua, áreas inundables, arrecifes o cenotes, por lo que, con las medidas propuestas se evitará afectar esta. En cuanto a las medidas para evitar la contaminación se encuentran las indicadas en la tabla 16.

Tabla 16. Generación, manejo y disposición final de residuos en la Planta.

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
Residuos sólidos urbanos	Sólidos orgánicos e inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Se colocarán contenedores de HDPE de 200L con tapa hermética.	Los residuos serán dispuestos en el relleno sanitario del municipio a través del servicio de recoja y limpia municipal.
		Operación y mantenimiento	Se colocarán en contenedores con código de colores para separar los residuos en diferentes fracciones.	Las fracciones reciclables serán acopiadas por una empresa autorizada. Los residuos no

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
				reciclables serán dispuestos en el relleno sanitario del municipio a través del servicio de recoja y limpia municipal.
Residuos de manejo especial	Sólidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Los residuos de construcción se almacenarán temporalmente en el sitio del proyecto	La empresa contratista dispondrá de los residuos conforme las características de estos.
		Operación y mantenimiento	Los residuos de manejo especial que se generen se manejarán conforme sus características	Se dispondrán conforme sus características, pudiendo ser valorizados y acopiados en centros autorizados o dispuestos en el relleno sanitario municipal
Residuos peligrosos	Sólidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Serán resultado de las actividades de mantenimiento en talleres especializados.	No se generan en las instalaciones.
		Operación y mantenimiento	En caso de generarse, se almacenarán en contenedores rojos de 200 L en un área con piso de concreto o material impermeable	Se dispondrán conforme las normas aplicables a través de empresas autorizadas para su manejo y disposición final.
Aguas negras y grises	Líquido orgánico	Preparación del sitio y construcción	Las aguas residuales de los sanitarios portátiles se recolectarán por la empresa arrendadora de los mismos.	La empresa arrendadora dispondrá las aguas residuals en la PTAR más cercana.
		Operación y mantenimiento	Las aguas residuales serán conducidas mediante el Sistema de drenaje a la Planta de Tratamiento para su captación y tratamiento primario y posterior serán conducidas al humedal artificial	Las aguas tratadas serán reutilizadas en el riego de las áreas verdes.

Residuos generados	Tipo de residuos	Etapa de generación	Manejo	Disposición
Residuos peligrosos	Líquidos inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	Se generarán en los talleres especializados donde recibirán mantenimiento equipos y maquinaria.	No se generarán en las instalaciones.
		Operación y mantenimiento	En caso de generarse, se almacenarán conforme las normas aplicables.	Se dispondrán a través de una empresa autorizada.
		Operación y mantenimiento	Se limitará los trabajos a un horario diurno. Se colocan letreros para promover el respeto al descanso de la fauna silvestre con la finalidad de no alterar sus ciclos de Descanso. Se establecerá un programa de mantenimiento para los equipos utilizados a fin de evitar emisiones de ruido superiors a las establecidas por la norma aplicable.	

d. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El predio no se encuentra ubicado dentro de la superficie de ninguna AICA.

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

Contenido

IV.1 Delimitación del área área de influencia..... 1

IV.2 Delimitación del sistema ambiental..... 1

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 2

IV.3.1. Aspectos abióticos 2

IV.3.2. Aspectos bióticos 20

IV.3.3. Medio socioeconómico..... 25

IV.3.4 Paisaje. 30

IV.4 Diagnóstico ambiental 31

IV.1 Delimitación del área área de influencia

El área de influencia del proyecto se delimitó considerando la zona que pudiera ser afectada por los procesos, obras y/o actividades que se efectúan en el predio donde se lleva a cabo el mismo. De este modo, se consideraron los siguientes factores para determinarla:

a. Límites administrativos: en el contexto de la delimitación territorial administrativa del estado de Quintana Roo, el proyecto se encuentra inmerso en el Municipio de Tulum, específicamente en la cabecera municipal.
b. Límites del proyecto: el área total de la fracción predio que comprende las obras efectuadas y descritas en el capítulo anterior tiene una superficie de 600.00 m^2, y colinda al este con la zona costera de Tulum.
c. Límites ecológicos: de acuerdo, a los distintos instrumentos normativos en materia de ordenamiento ecológico territorial, el predio se ubica en la UGA Ff-3 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Corredor Cancún-Tulum y se encuentra colindando con las UGAS M-1, Cn-2, Ah-4 y An-5.
d. Ámbito socio-económico: el proyecto se encuentra inmerso en la ciudad de Tulum, particularmente en su zona costera, por lo que, derivado de las actividades que se pretenden efectuar en el lugar relativas al desarrollo comercial se considera que la ciudad de Tulum puede ser impactada positivamente en el rubro económico por la realización de actividades comerciales.

Considerando lo anterior, se determina que la zona de influencia del proyecto es la Ciudad de Tulum, ya que la actividad que se realizará está enfocada al sector de servicios que, vinculado con el preponderante atractivo turístico de la ciudad, podrá incrementar la derrama económica local y la generación de empleo.

IV.2 Delimitación del sistema ambiental

La delimitación de un sistema ambiental obedece al objetivo de evaluar de manera integral los impactos que el proyecto pudiera tener en las matrices ambiental, social y económica. En este sentido y toda vez que las obras y/o actividades serán realizadas en la zona terrestre, el sistema ambiental quedó delimitado por las siguientes Unidades de Gestión Ambiental del POET Región Corredor Cancún-Tulum (figura 1):

- Ff-3 “Costa Tulum-Sian Ka’an”.
- Cn-2 “Sur-oriente de Tulum”.
- An-5 “Zonas Arqueológicas de Tulum y Xel-Há”.
- Ah-4 “Centro de Población Tulum y Playa del Carmen y Nuevo Centro de Población”.
- If-6 “Aeropuerto de Tulum”.

Lo anterior, debido a que en su conjunto estas UGAs abarcan la totalidad de la ciudad de Tulum, sobre la cual se puede realizar un análisis integral de las vertientes ambiental económica y social de la visión del desarrollo sustentable. Aunado a ello, considerando que las UGAs fueron definidas por

rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, en su concepción ya se han delimitado los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes y es posible considerarlas como unidades geográficas de referencia a partir de la cual tomar decisiones.

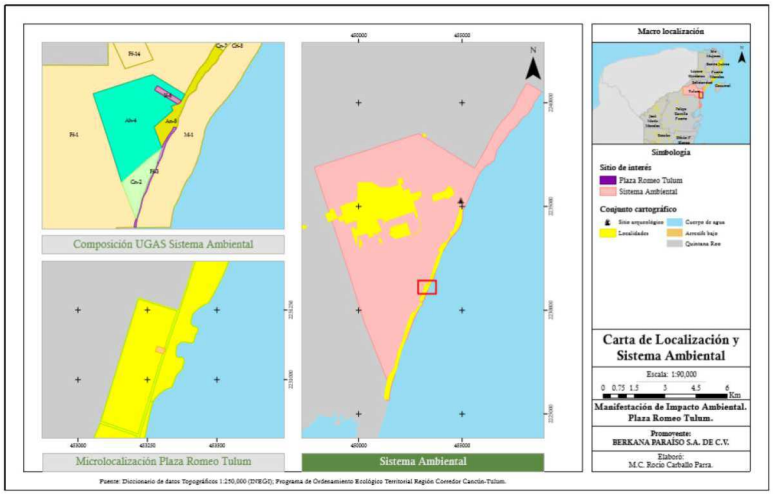


Figura 1. Carta del Sistema Ambiental del Proyecto.

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

IV.3.1. Aspectos abióticos

a. Clima.

El clima del sistema ambiental y de la zona de interés se determinó con base en los datos de CLIMAS Escala 1:1,000,000 del INEGI edición 2008. La información representada por este conjunto de datos vectoriales es referida a la distribución de los diferentes tipos climas que existen en la república mexicana, según el sistema de clasificación de Köpen, modificado por García, con aportaciones del INEGI, para las condiciones particulares de México.

De acuerdo con la carta de Unidades Climáticas (figura 2), el clima en el predio donde se ubica el proyecto y en la totalidad del sistema ambiental, así como del municipio de Tulum es Aw2(x'): cálido subhúmedo con lluvias en verano, y sequía en invierno (INEGI, 2005), con una temperatura promedio anual del 22 al 26 °C (Orellana et al., 2009) y porcentaje de humedad invernal mayor de 10.2% (INEGI, 2005). Se considera a este clima como el más húmedo de los subhúmedos., con un régimen de lluvias intermedio (Orellana et al., 2009, INEGI, 2005).

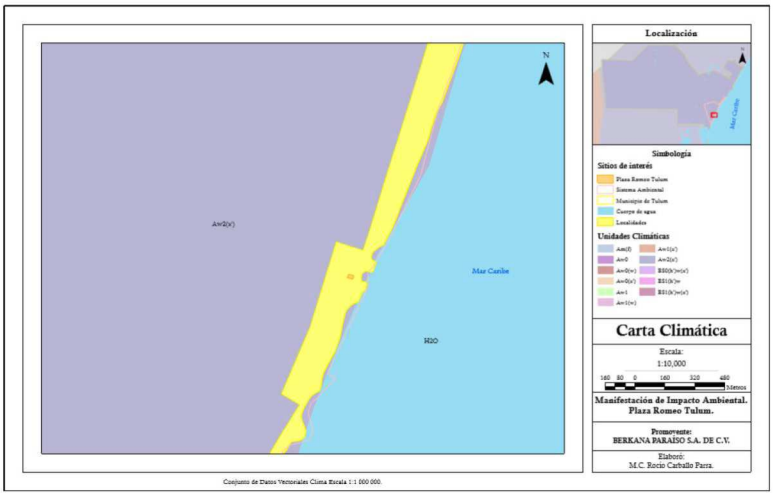


Figura 2. Carta climática del proyecto.

a.1 Precipitación y temperatura.

Para un análisis más específico de los patrones de precipitación y de temperatura se realizó un climograma (figura 3) de la estación meteorológica 23025 Tulum (operada por la CONAGUA) la cual se encuentra más próxima a la zona de interés, y comprende registros del año 1951-2010. Con base en los datos presentados, los meses con mayor precipitación son de mayo a noviembre, coincidiendo con la temporada de huracanes del Atlántico y la temporada de sequías ocurre durante los meses de febrero a abril. En lo referente a los registros térmicos, se observa que los meses más calurosos son mayo a septiembre, es decir, se presentan durante la temporada de lluvias, siendo los más calurosos de mayo a agosto. Los menores registros térmicos se presentan durante la temporada de Nortes (diciembre y enero).

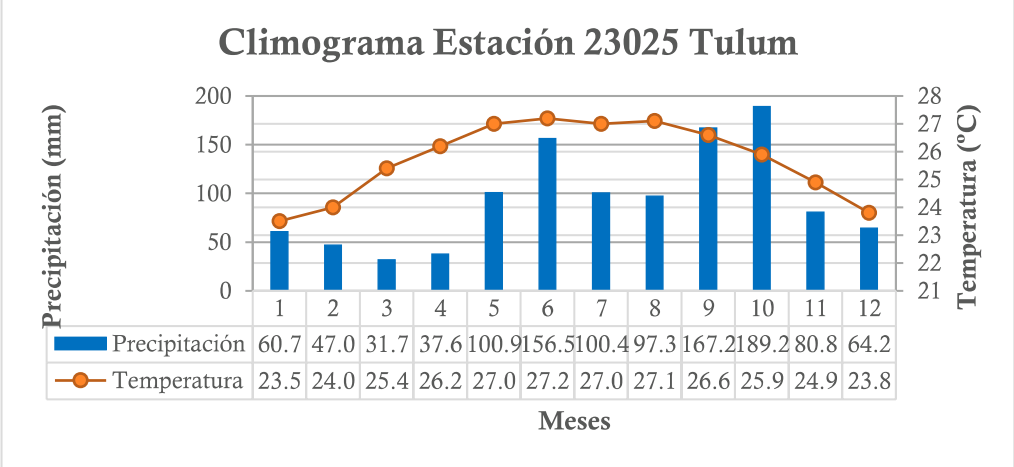


Figura 3. Climograma estación meteorológica Tulum.

Las precipitaciones que se presentan son principalmente convectivas y por influencia de los vientos alisios que traen humedad del Atlántico (Strahler y Merali, 2008; Orellana et al., 2007). Durante el verano, la presencia de huracanes en el Atlántico genera lluvias en la costa al aproximarse a ésta, y su influencia se va debilitando gradualmente a medida que el centro de baja presión avanza hacia el

interior (Márdero et al., 2012).

Al igual que en la mayor parte de la Península de Yucatán, y con base en el climograma, se observa que se presentan dos periodos de sequía: la pre-estival o de primavera, que abarca un periodo de dos a cuatro meses (entre enero y abril), y la intra-estival o canícula que se presenta durante julio y agosto (Orellana et al., 2007) siendo ocasionada por perturbaciones en los vientos alisios (Márdero et al., 2012).

En el contexto del cambio climático, según Magrin et al. (2007) para los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Chiapas y Tabasco se predice un incremento en la temperatura promedio de 2 al 3.5° C para el 2090, así como una disminución en la precipitación anual del 10 al 22 % para ese mismo periodo, con épocas de estiaje que podrían alcanzar hasta una reducción en la misma del 48 %. Los escenarios de cambio climático para la Riviera Maya proyectaron aumentos de la temperatura media anual desde 0.4ºC hasta 3.3ºC. En el caso de la precipitación, las proyecciones analizadas muestran una tendencia a la disminución de las lluvias, con un rango muy amplio de variabilidad, lo cual generan mayor incertidumbre en cuanto a la valoración de la vulnerabilidad de los sectores relacionados con el agua (ANIDE, 2013).

a.2 Humedad relativa.

Debido a que los datos brindados por la estación meteorológica 23025 Tulum no proporcionan información referente a la humedad relativa, la misma fue estimada por medio de la siguiente fórmula:

$$HR = \frac{e_a}{e^o(T)}(100)$$

Expresando así, la humedad relativa (HR) como el cociente entre la presión real de vapor (e_a) a una temperatura dada y la presión de saturación de vapor ($e^o(T)$) a la misma temperatura (T).

La presión de saturación de vapor es obtenida a través de la siguiente ecuación:

$$e^o(T) = 0.6108\left(e^{\frac{17.27(T)}{T+237.3}}\right)$$

Donde, T es la temperatura del aire (ºC) y e se refiere a la base del logaritmo natural. La temperatura que se consideró es la temperatura promedio.

La presión real de vapor es obtenida mediante:

$$e_a = e^o(T_{rocío}) = 0.6108\left(e^{\frac{17.27(T_{rocío})}{T_{rocío}+237.3}}\right)$$

Para la zona de estudio en particular, se consideró que la temperatura del punto de rocío era similar a la temperatura mínima promedio.

De lo anterior, se estima que la humedad relativa para la zona de estudio es de 72.3 %.

a.3 Intemperismos no severos.

Anualmente, durante los meses de noviembre a febrero, descendientes desde Norteamérica frentes fríos de tipo anticiclónico, conocidos comúnmente como Nortes afectan al estado de Quintana Roo. Al considerarse la magnitud de sus características de temperatura, precipitación pluvial y dirección

de sus vientos, los Nortes no representan un fenómeno natural que produzca algunas alteraciones significativas de paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos.

Su arribo a la zona de interés se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el Norte del océano Atlántico. Estos fenómenos tienen un desplazamiento hacia el Sudeste hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. En la época invernal en que se manifiestan los Nortes, los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran tras de sí grandes extensiones de nubosidad y precipitación, reduciendo la temperatura promedio mensual hasta en uno o dos grados.

a.4 Intemperismos severos.

- **Huracanes.**

Por su ubicación geográfica con frente al mar Caribe, Quintana Roo es el Estado que con mayor frecuencia se ve afectado por los fenómenos meteorológicos conocidos como Huracanes, por localizarse sobre la franja de sus trayectorias desde el Sureste del mar Caribe hacia el noreste del golfo de México, cruzando la Península de Yucatán.

La temporada de ciclones tropicales en el Atlántico inicia el 1° de junio y termina el 30 de noviembre. Históricamente, ningún ciclón tropical ha afectado a México en el mes de mayo, mientras que en el mes de agosto se nota un incremento en los ciclones tropicales que llegan a afectar a territorio mexicano, siendo septiembre el mes con mayor número de ciclones tropicales que afectan las costas mexicanas. En noviembre todavía existe una probabilidad de que se produzcan afectaciones por estos fenómenos (Rosengaus et al., 2002).

De acuerdo con datos de Rosengaus et al. (2002), la península de Yucatán estuvo expuesta a un promedio de más de 20 ciclones tropicales en 150 años. Si bien el estado de Quintana Roo ha sido impactado en el último siglo por al menos 100 huracanes de diferente intensidad (Boose et al., 2003; Jauregui, 1989), el sur de esta entidad no ha sido afectado por huracanes de gran intensidad durante los últimos 30 años (Islebe et al., 2009).

A continuación (tabla 1) se presenta un compendio de los huracanes más destructivos para Quintana Roo.

Tabla 1. Huracanes más destructivos para el Estado de Quintana Roo.

Nombre	Año	Vientos máx.	Trayectoria
Janet	1955	320 km/hr	ESE
Hilda	1955	-	ESE
Beuhlah	1967	-	ESE
Carla	1971	250 km/hr	ENW
Carmen	1974	240 km/hr	ESE
Gilberto	1988	324 km/hr	ENW
Roxanne	1995	185 km/hr	ESE
Dolly	1996	140 km/hr	ENW
Katrina	1999	100 km/hr	SEW

Nombre	Año	Vientos máx.	Trayectoria
Emily	2005	215 km/hr	NE
Wilma	2005	280 km/hr	NW
Dean	2007	260 km/hr	WE
Arthur	2008	160 km/hr	-
Dolly	2008	160 km/hr	-
Karl	2010	195 km/hr	-
Rina	2011	174 km/hr	-
Harvey	2011	91 km/hr	-
Don	2011	83 km/hr	-
Ernesto	2012	140 km/hr	-

Fuente: SEMARNAP-CNA. SMN CENAPRED.

En la figura 4 se presentan las trayectorias de los fenómenos hidrometeorológicos que han impactado el sistema ambiental y específicamente la zona donde se ubica el proyecto, en la cual se observa que los fenómenos meteorológicos de mayor representatividad son las tormentas y depresiones tropicales y se cuenta con un único registro de huracán en el sistema ambiental definido para el proyecto.

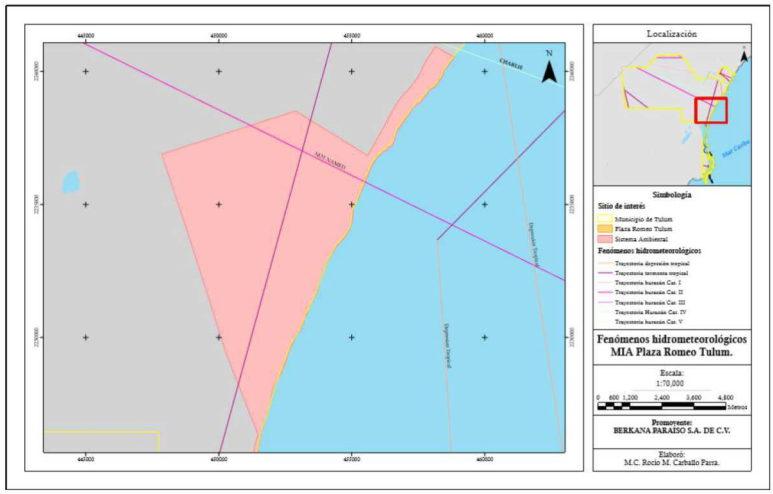


Figura 4. Trayectoria de fenómenos hidrometeorológicos en el sistema ambiental.

La zona litoral es uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos. Actualmente el cambio climático juega un papel importante en este ambiente debido al aumento del nivel medio del mar y al incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior conlleva diferentes amenazas como son la erosión costera, las inundaciones causadas por marea de tormenta y por el desbordamiento de ríos durante lluvias extremas, entre otros (ANIDE, 2013). En este sentido, la fuerte amenaza del sector turístico se advierte al ver que, de los diez huracanes más intensos en la historia del Océano Atlántico, seis han incidido en el mar Caribe y los otros cuatro en el Golfo de México (INE, 2006). Los ciclones de alta intensidad pueden impactar a las poblaciones asociadas económicamente con servicios turísticos, con repercusiones sociales importantes, por ejemplo, en el empleo (ANIDE, 2013).

- **Inundaciones.**

Los huracanes van acompañados de precipitaciones muy abundantes en un período muy corto de tiempo, acumulándose agua por exceder la capacidad natural de drenaje de las cuencas. Esto provoca avenidas extraordinarias e inundaciones en las partes bajas y planicies. Las características del suelo y subsuelo, la precipitación pluvial, la orografía y más recientemente las obras humanas, son los principales factores que interactúan para dar como resultado inundaciones (Pereira-Corona et al., 2016).

De acuerdo con Pereira-Corona et al. (2016) en Quintana Roo las inundaciones pueden ser consecuencia de tres posibles causantes: a) la precipitación, b) por escurrimiento y c) por afloramiento o inundación por aguas subterráneas. De las cuales, en la zona sur del estado de Q. Roo se pueden identificar inundaciones por escurrimiento.

- **Tsunamis.**

La costa de Tulum tiene una susceptibilidad muy baja por afectación de un fenómeno por tsunamis, ya que, hasta ahora, solo se tiene registro que en el Mar Caribe se han presentado cinco fenómenos de este tipo. Aunado a lo anterior, también existe una baja presencia de sismos por el contexto morfoestructural en el que se localiza la región marina del caribe (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015).

b. Fisiografía.

Considerando que existen regiones que tienen un mismo origen geológico, con paisajes y tipo de rocas semejantes en la mayor parte del territorio mexicano y con geoformas similares, se pueden agrupar en lo que se conoce como Provincias fisiográficas, que a su vez por variaciones y diferencias pueden determinar la existencia de dos o más subprovincias.

México se encuentra dividido en 15 provincias fisiográficas y 73 subprovincias, encontrándose la zona de interés en la provincia fisiográfica número XI denominada Península de Yucatán, la cual está integrada por tres subprovincias: a) 62 Carso Yucateco, b) Carso y Lomeríos de Campeche y c) 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, 2002), como se observa en la carta fisiográfica del proyecto (figura 5) la totalidad del sistema ambiental se encuentra inmerso en la supbrovincia 62. El Carso Yucateco está formado por llanuras asociadas con lomeríos bajos, producto de la evolución cárstica de la losa calcárea de la Península de Yucatán. En las lomas generalmente se encuentran suelos poco profundos y pedregosos (Leptosoles rendzicos o Líticos) y en las dolinas suelos planos de color rojo con profundidad variable (Cambisoles y Luvisoles crómicos) (ECOSUR, 2012).

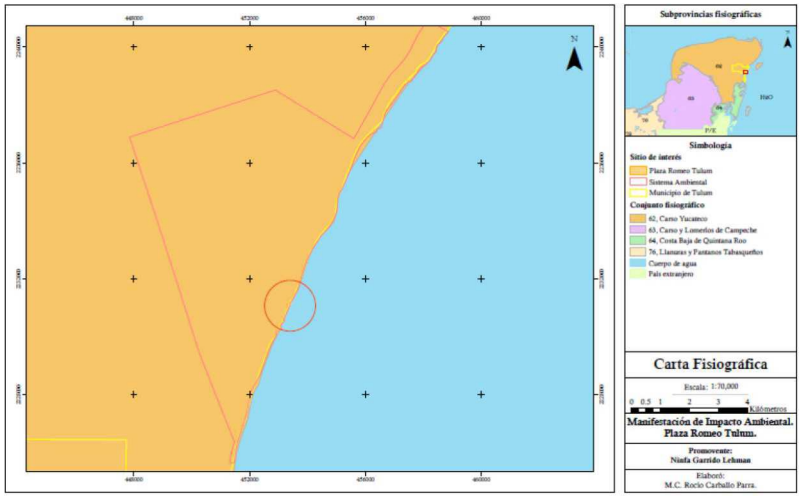


Figura 5. Carta fisiográfica.

La provincia fisiográfica de la Península de Yucatán es la más joven de México y puede ser descrita como una gran plataforma de rocas calcáreas marinas, que ha venido emergiendo de las aguas desde hace millones de años, siendo su parte norte la más reciente.

c. Geología y geomorfología.

La Península de Yucatán, en la cual el estado de Quintana Roo está incluido, es una plataforma compuesta por rocas calizas, dolomitas y evaporitas, las cuales alcanzan un espesor mayor a 1,500 m (Weidie, 1985). Por lo tanto, al estar su geología formada por rocas solubles, se dice que es cárstica.

El término "karst" define una topografía singular que se forma por la disolución de la roca soluble del subsuelo por agua superficial o subterránea. Aunque este tipo de topografía está asociada con rocas carbonatadas (caliza y dolomita) otras rocas solubles como las evaporitas (yeso y halita) pueden formar el terreno cárstico (USGS, 2017).

La formación de la topografía cárstica se debe a la acción del agua con la roca: el agua precipita en forma de lluvia o nieve y entra en contacto con el suelo, entonces el agua se vuelve ligeramente ácida por la reacción que ocurre con el dióxido de carbono presente en el aire y suelo, formando ácido carbónico. El agua se infiltra en el suelo y a través de las facturas en la roca por la acción de la gravedad y al entrar en contacto con la roca la disuelve, formado con el paso del tiempo pasajes cavernosos y cuevas (USGS, 2017).

Los factores básicos para la formación del karst, de acuerdo con Barena-Luchena (1995), son tres: el litológico, el estructural y el climático. Posteriormente se incorporaron dos factores adicionales: la vegetación y el tiempo de exposición de la roca al intemperismo (Blair, 1986; Bautista et al., 2011 en Fragoso-Servón et al., 2014).

Quintana Roo es parte de una estructura de origen sedimentario formada durante el Mesozoico sobre la cual se depositaron arenas y estructuras de origen marino a lo largo del Terciario (Ordoñez Crespo y García-Rodríguez, 2010). Durante el Cenozoico empezó a ascender la plataforma continental a pausas y retrocesos los que permitió el afloramiento de los sedimentos del Paleoceno. Esta plataforma

está formada por rocas carbonatadas, evaporíticas y clásticas tales como caliza, dolomita, yeso y arenisca (López-Ramos, 1975).

Durante el Eoceno se presentaron una serie de eventos geológicos que plegaron los recién formados estratos de calizas dando origen a un relieve ondulado, definiendo la geomorfología actual de la porción sur de la Península de Yucatán (Bautista et al., 2005) de la cual forma parte el estado; el resto se levantó gradualmente a partir del Plioceno y el ascenso continuó durante el Cuaternario al norte y hacia la periferia (Bonet y Butterlin, 1962; López-Ramos, 1975; Lugo-Hubp et al., 1992 en Fragoso-Servón et al., 2014).

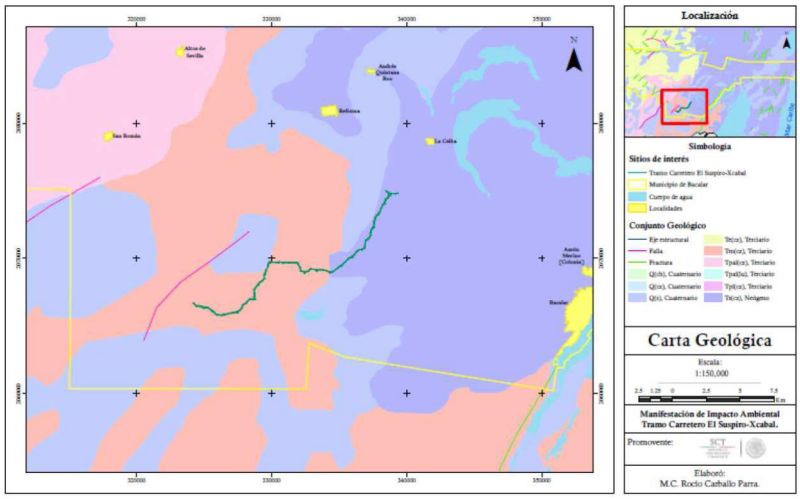


Figura 6. Carta geológica.

De acuerdo con la carta geológica presentada (figura 6) elaborada con base en los datos geológicos vectoriales escala 1:1,000,000 del INEGI, la geología corresponde al periodo cuaternario de la era Cenozoica, referido a suelo.

c.1 Estratigrafía.

De acuerdo con información del Servicio Geológico Mexicano (2017), la Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas, siendo las rocas sedimentarias sus materiales fundamentales de estudio; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca, determinando el orden y el momento de los eventos en un tiempo geológico determinado, en la historia de la Tierra.

Las unidades litológicas superficiales en el estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. De acuerdo con lo anterior las unidades se describen por tipo de material y ordenadas de la más antigua a la más joven (INEGI, 2002).

A continuación, se realiza una descripción del tipo de roca que se ubica en el sitio del proyecto según lo indicado en la Carta Geológica:

- Suelo, Q (s). Está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas. Los depósitos y suelos mencionados se pueden clasificar de la siguiente manera (INEGI, 2002):

Tabla 2. Tipos de suelo como unidad litológica.

Suelo	Descripción
Litoral	Representado por los depósitos litorales de arena fina a gruesa. Estos sedimentos están bien clasificados, y en algunos lugares, además, tienen acumulaciones de grava y bloques de corales, así como restos completos de moluscos. Se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada, asociada a las dunas o suavemente ondulada; cubren parcialmente a calizas del Terciario Superior o a las eolianíticas del Pleistoceno.
Palustre	Compuesto por lodos calcáreos y materia orgánica en descomposición de color oscuro y olor fétido, acumulada en la franja litoral; sustenta un manglar muy denso y está comunicado al mar por medio de canales.
Lacustre	Acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en lagunas someras abiertas o restringidas, formadas en la zona litoral las primeras o en pequeñas cuencas endorreicas con inundación temporal. Se caracteriza por presentar islotes con abundante vegetación
Aluvial	Constituido por el depósito de materiales finos, principalmente arcillas plásticas y escasas gravas, en ocasiones presentan inundación temporal.
Eolítico	Integrado por eolianitas pleistocénicas cementadas que forman cantiles en el Mar Caribe; presentan ubicaciones que corresponden a moldes de raíces, formando montículos de poca altitud paralelos a la línea de costa. En esta clasificación se incluyen también los depósitos eólicos recientes sin cementar conformados por arena mediana bien clasificada.

Fuente: INEGI, 2002.

c.2 Sismicidad.

México se localiza en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo conocida como Cinturón Circumpacífico ocasionado por la interacción entre las placas tectónicas de Norteamérica, de Cocos, del Pacífico, de Rivera y del Caribe. Sin embargo, la Península de Yucatán se encuentra en la Zona A (de las cuatro zonas sísmicas del país: A, B, C y D), la cual es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores (Servicio Geológico Mexicano, 2017). No obstante, en los últimos años se han registrado temblores de baja intensidad en esta zona, como el ocurrido el 10 de enero de 2018 con epicentro en Honduras. Para el municipio de Tulum, se han presentado sismos conocidos como intraplaca (como los ocurridos en los años 2002 y 2015), producto de alteraciones al relieve por parte del hombre, tal es el caso de movimientos del relieve por hundimientos repentinos de tipo regional por explotación de los recursos del subsuelo, construcción de embalses en presas, explosiones nucleares, o, como muy posiblemente esté sucediendo en el Municipio de Tulum, por hundimiento progresivo debido al rompimiento del balance geohidrológico (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015).

c.3 Deslizamientos.

Siendo una condición determinante las diferentes alturas y formas del relieve para que se presente este tipo de fenómenos y, debido a que, en el territorio del Municipio de Tulum, no existe esta condición del terreno, este tipo de procesos no representa un peligro y mucho menos representa riesgo alguno (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015). Aunado a ello, las características litológicas en la península de Yucatán están comprendidas por una plataforma de rocas sedimentarias

con inclusive más de 3,500 m de grosor, por lo que es prácticamente imposible que se presenten deslizamientos geológicos.

c.4 Derrumbes.

Este otro proceso que es parte de los conocidos como procesos de origen gravitacional, tampoco es posible se registre dentro del territorio Municipal de Tulum, ya que se requiere de diferencias radicales del terreno, lo que para este caso no se presentan. Aunque, cabría mencionar que existen condiciones propicias para que se lleven a cabo derrumbes en partes de la línea de costa provocados por la erosión costera En los cenotes, también puede presentarse de manera aislada un derrumbe como parte de su proceso de formación (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015).

c.5 Hundimientos.

Los hundimientos pueden definirse como movimientos lentos o rápidos descendentes del terreno, provocados por condiciones de inestabilidad de los materiales subyacentes, generando la apertura de oquedades en la superficie de dimensiones y geometría variable, que puede ser colmatada generando formas del relieve embudiformes, como es el caso de los procesos con mayor presencia dentro del territorio Municipal de Tulum. Los hundimientos se pueden generar por causas fundamentalmente naturales, pero eventualmente pueden ser generados por actividades humanas. Para el caso del hundimiento observado en el territorio tulumense, se trata sobre todo de hundimientos por el desarrollo de procesos de karstificación, ya que las rocas carbonatadas conforman prácticamente todo el terreno municipal, lo que determina el desarrollo de formas, tales como; dolinas, úvalas, cenotes y de numerosas cavidades en el subsuelo. Con el paso del tiempo, el techo de estas cavidades puede ceder, desarrollándose dolinas “pozo” o incluso simas de tamaño y morfología sumamente variable. El hundimiento se puede acelerar o desencadenarse si se construye sobre terrenos kársticos, ya que se produce una sobrecarga inducida lo que puede estar registrándose en zonas de la costa y dentro del límite urbano principalmente de la Ciudad de Tulum (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015).

c.6 Actividad volcánica.

Por su ubicación geográfica, el Municipio de Tulum los peligros de tipo volcánicos son prácticamente inexistentes o de muy remota posibilidad de afectación, ya que de los catorce volcanes activos registrados hasta ahora en la República Mexicana, solo dos volcanes serían los más cercanos al territorio tulumense; El Chichonal y Tacaná, ambos en el estado de Chiapas, los cuales se encuentran a 683 y 731 kilómetros de distancia, por lo que, solo bajo condiciones verdaderamente extraordinarias, el único peligro potencial de afectación al municipio sería bajo presencia de polvos y cenizas volcánicas en un muy bajo nivel (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, 2015).

Edafología.

El suelo es un cuerpo natural dinámico, compuesto por minerales, materia orgánica, agua y aire; su naturaleza dinámica se refleja en el impacto que el clima, la vegetación, la fauna, la topografía y las actividades antrópicas tienen sobre él con el transcurso del tiempo (Tello, 2011 en Pozo et al., 2011).

La clasificación de suelos es necesaria para la toma de decisiones relacionada con la propagación de

técnicas exitosas en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud. (Bautista, 2005).

La caracterización de los suelos se realizó a través del uso del Conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1:250,000 serie II del INEGI. La clasificación de los suelos en con base en el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

La caracterización de los suelos se realizó a través del uso del Conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1:250,000 serie II del INEGI y cuya clasificación de suelos es con base en el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

En la totalidad del sistema ambiental hay una ocurrencia de tres tipos de suelos (figura 7): leptosol, solonchak y regosol, siendo el predominante el leptosol, sobre el cual se asienta el proyecto objeto de la presente Manifestación.

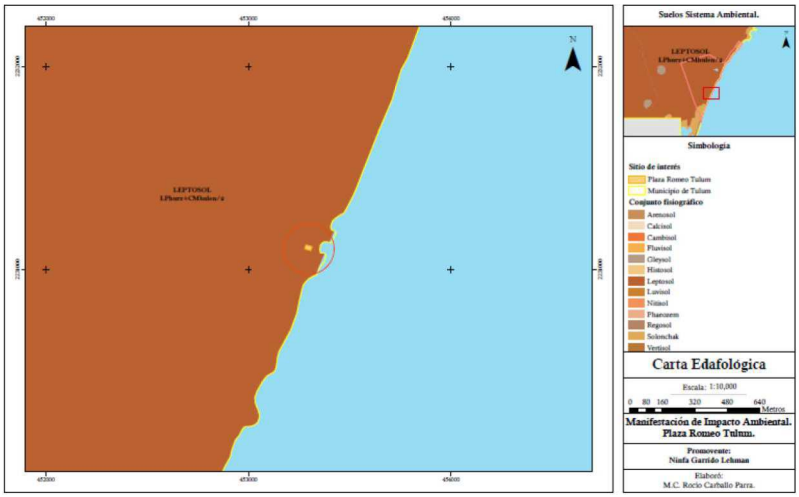


Figura 7. Carta edafológica.

De acuerdo con la carta geológica del proyecto, para la zona donde se ubica el mismo, el suelo es leptosol húmico rendzico asociado con cambisol húmico de clase textural media.

A continuación, se hace una breve descripción del suelo predominante en la zona.

Leptosols.

Los leptosols (tabla 3) comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. De acuerdo con el mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1978), estos suelos pertenecerían a las Rendzinas ya que se localizan sobre rocas calizas.

Tabla 3. Descripción Leptosols.

Concepto.	Descripción.
Connotación	Suelos delgados.

Concepto.	Descripción.
Material parental	Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20 % (en volumen) de tierra fina.
Medio ambiente	Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Se encuentran en todas las zonas climáticas, particularmente en áreas intensamente erosionadas.
Desarrollo del perfil	Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos.

A continuación, se presenta un breve análisis FODA de los leptosols:

Tabla 4. Análisis FODA leptosoles.

Ámbito	Descripción
Fortalezas	Constituyen una base sólida para la construcción de infraestructuras
Oportunidades	Se destinan principalmente para el pastoreo extensivo y el uso forestal.
Deficiencias	Presentan una profundidad de enraizamiento limitada, una baja capacidad para la retención de agua y los nutrientes están limitados a la escasa cantidad de tierra fina que haya presente.
Amenazas	Riesgo elevado de erosión.

Fuente: Gardi et al. (2014).

Cambisols.

Los cambisols (tabla 5) son suelos moderadamente desarrollados. Los Cambisols muestran evidencias de formación de suelo a través de variaciones en el color, remoción de carbonatos o yeso o formación de minerales de arcilla. Estos suelos cubren grandes superficies en una amplia gama de paisajes (tanto llanos como montañosos), climas y tipos de vegetación (Gardi et al., 2014).

Tabla 5. Descripción cambisols.

Concepto.	Descripción.
Connotación	Suelos con al menos la formación de un horizonte incipiente de diferenciación en el subsuelo, evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del latín “cambire”, cambiar.
Material parental	Materiales de textura media y fina derivados de una amplia gama de rocas.
Medio ambiente	De terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplia gama de tipos de vegetación.
Desarrollo del perfil	Se caracterizan por la meteorización leve o moderada de material parental y por la ausencia de cantidades apreciables de iluviación de arcilla, materia orgánica o compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisols también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo aquellos altamente meteorizados.

A continuación, se presenta un breve análisis FODA de este tipo de suelos.

Tabla 6. Análisis FODA leptosoles.

Ámbito	Descripción
Fortalezas	Generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y permiten un uso intensivo (especialmente aquellos con alta saturación de bases).

Ámbito	Descripción
Oportunidades	Dependiendo de su profundidad, pueden tener una alta capacidad para la retención de agua.
Deficiencias	Los Cambisols fuertemente meteorizados son poco fértiles.
Amenazas	En áreas montañosas, donde los Cambisols son más frecuentes, hay que tomar medidas para prevenir la erosión que puede producirse cuando el suelo está descubierto.

Fuente: Gardi et al. (2014).

Los cambios de uso del suelo son determinados por la dinámica de las actividades humanas, repercutiendo directamente en la manifestación de los fenómenos de erosión, tanto hídrica como eólica (Gardi et al., 2014).

En este contexto de cambios de uso de suelo, las regiones tropicales como la Península de Yucatán han sido afectadas históricamente desde los 1970s por programas federales de desmonte, colonización y desarrollo agropecuario, propiciando un fuerte proceso de deforestación en los 1980s y 1990s (Ellis et al., 2017).

Quintana Roo reporta 11,300 ha/año de pérdida de cobertura forestal (1993-2002), lo que equivale a una tasa entre 0.3 y 0.4 % anual para ese periodo (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010 en Ellis et al., 2017).

En las regiones costeras del noreste y este del estado, la deforestación se ha asociado a la expansión urbana y de infraestructura relacionada con el desarrollo turístico. Se reportó una pérdida de 25 km2 de manglar y 96 km2 de selva baja debido a la conversión de uso de suelo para asentamientos humanos e infraestructura en el Corredor Turístico Cancún-Tulum (Hirales-Cota et al., 2010).

Aunado a los cambios de uso de suelo ocasionados por las actividades antropogénicas, los impactos en la cobertura forestal por huracanes e incendios en el norte de Quintana Roo reportan 120,00 ha perdidas por incendios y por el huracán Wilma en 2005 para el periodo 2005 y 2010 (Mascorro et al., 2014 en Ellis et al., 2017).

Con base en el Conjunto de Datos Vectoriales de Degradación del Suelo en la República Mexicana Escala 1:250,000 se realizó una carta de Degradación de suelos en el sistema ambiental (figura 8) en el que se observa que el impacto ocurre en la porción noreste del sistema ambiental definido, siendo mayoritariamente de tipo químico y grado ligero ocasionado por actividades agrícolas, mientras que una porción menor y ubicada m{as hacia al NE del sistema ambiental presenta una degradación de tipo física de grado extremo ocasionada por la urbanización; sin embargo, se observa que el sitio en el que se encuentra el proyecto no presenta algún tipo de degradación, no obstante no se omite mencionar que los datos presentados corresponden al periodo 2001-2002 por la que la situación actual podría presentar variaciones.

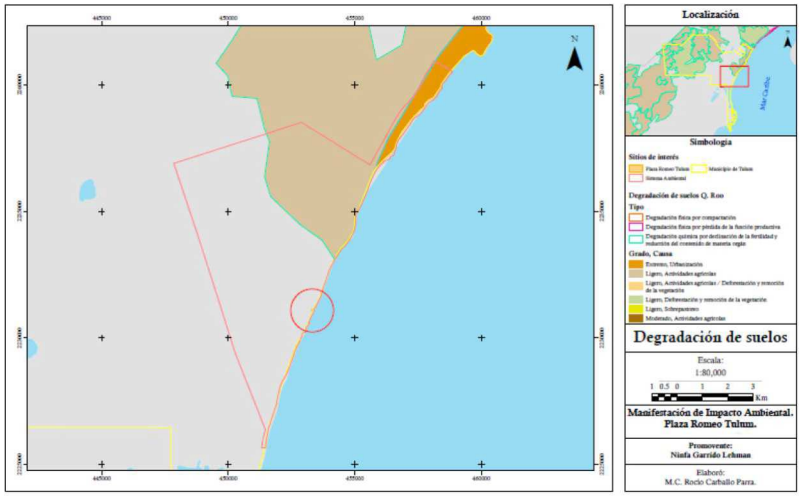


Figura 8. Degradación de suelos (SEMARNAT, 2004).

Con respecto a las consecuencias del cambio climático sobre el suelo Gardi et al., 2014 señala que por las modificaciones al patrón de lluvias y una creciente evapotranspiración se generará un clima más extremo y condiciones más propicias para extender la degradación del mismo y su desertificación.

d. Hidrología.

e.1 Hidrología superficial.

Las cuencas son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas, que a su vez se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH). Las regiones hidrológicas representan los límites naturales de las grandes cuencas de México y se emplean para el cálculo del agua renovable (CONAGUA, 2016).

De acuerdo con la Carta Hidrológica Superficial realizada con base en los datos de Hidrología del INEGI (figura 9), el proyecto queda comprendidos dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este que abarca el 68.23 % parte del estado de Quintana Roo y ciertas porciones de Yucatán y Campeche, en el territorio mexicano; también ocupa superficies de los países de Belice y Guatemala. La RH 33 tiene una superficie de 39,579 km2 en la porción que comprende a México. Dentro de esta Región Hidrológica se tienen dos Cuencas la 33A (Bahía de Chetumal y otras) y 33B (Cuencas Cerradas) correspondiendo a la zona de interés la región RH 33A, que ocupa el 34.76 % de la superficie estatal (INEGI, 2002).

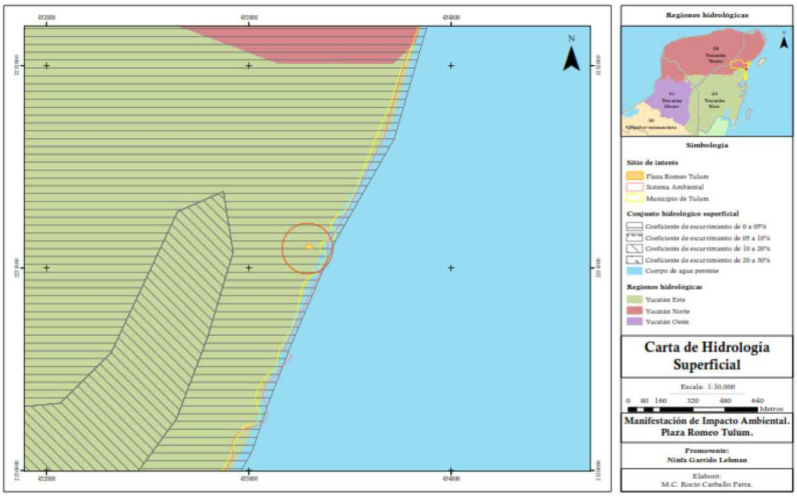


Figura 9. Carta de hidrología superficial.

Como puede observarse de la figura 9, en la cuenca hay una ocurrencia de cuatro rangos de coeficientes de escurrimiento superficial, encontrándose el proyecto en el rango de 0 al 5 %. La cobertura vegetal de la cuenca 33A es abundante y existen considerables zonas pantanosas al oriente y sur de la misma (INEGI, 2002).

Debido a su cercanía con la costa, en la zona sur del municipio de Tulum existen numerosas lagunas litorales ubicadas entre la ciudad de Tulum y Punta Allen separadas del Mar Caribe por una delgada franja de tierra, estas son la Laguna Campechen, la Laguna Boca Paila, la Laguna San Miguel, la Laguna Xamach y la Laguna Catoche; así mismo, en la zona oeste del municipio se encuentra la Laguna Cobá, la Laguna Verde y la Laguna Nochacam en las inmediaciones de la zona arqueológica de Cobá (Plan Municipal de Desarrollo Tulum 2016-2018). Aunado a lo anterior, se tiene la presencia del Mar Caribe y los distintos ecosistemas costeros presentes en el área.

- **Usos principales o actividades para las que son aprovechados.**

Los cuerpos de agua presentes en la cuenca 33A empleados principalmente para actividades recreativas (CONAGUA, 2012).

- **Extensión y disponibilidad.**

A continuación, se presentan las características de la Región Hidrológica 33.

Tabla 7. Características de la Región Hidrológica 33.

Clave	RH	Precipitación normal anual 1981-2010 (mm)	Escurrimiento anual medio superficial interno (hm3/año)	Importaciones (+) o exportaciones (-) de otros países (hm3/año)	Escurrimiento natural medio superficial total (hm3/año)
33	Yucatán Este	1,210	576	864	1,441

Fuente: CONAGUA, 2016.

- **Calidad.**

Los ecosistemas costeros se encuentran bajo múltiples presiones derivadas de la actividad humana. Los potenciales impactos de un incremento en las concentraciones de contaminantes incluyen cambios en la estructura y la salud de los ecosistemas de manglar, arrecifes de coral y pastos marinos (Haynes *et al*., 2007 en Hernández-Terrones *et al*., 2011). La contaminación del agua subterránea es una de las consecuencias de la actividad humana que puede constituir una amenaza silenciosa para los ecosistemas costeros (Lapointe *et al*., 1990), toda vez que la elevada infiltración y el rápido flujo hace vulnerables a los acuíferos y ecosistemas costeros en ambientes cársticos a la contaminación antropogénica derivada de fertilizantes agrícolas, escorrentía urbana y aguas residuales no tratadas de fosas sépticas en mal estado y/o de una carencia del sistema de tratamiento de aguas residuales (Aranda Cicerol *et al*, 2011).

Lo anterior, se pone de manifiesto en un estudio realizado por Hernández-Terrones *et al.* (2011) para determinar la calidad del agua subterránea y del agua de mar a lo largo de un gradiente costero en Puerto Morelos (ubicado al norte de donde se ubica el proyecto) donde verificaron la conectividad dinámica del acuífero con los ecosistemas costeros. Para Tulum, Camacho-Cruz *et al*. (2017) indicaron una entrada puntual y frecuente de aguas enriquecidas en nitrógeno al medio marino local provenientes de aguas residuales como lo evidencia el tejido de pasto marino T. *testudinum*, ya que los valores isotópicos registrados indican que la fuente de nitrógeno proviene de aguas residuales no tratadas. Así mismo, estos autores señalan que con base a registros en el periodo 2000-2013, los valores isotópicos de la Bahía de Tulum han incrementado de 2.56-2.80 ‰ a 6.11-6.48 ‰, lo que refleja el impacto del crecimiento antropogénico y la influencia de las descargas de aguas residuales locales no tratadas, siendo éstas la principal fuente de nitrógeno.

Por otro lado, de acuerdo con resultados de análisis efectuados por la Secretaría de Salud en playas de Tulum en los años 2013 y 2016 (en agosto y julio, respectivamente), la calidad bacteriológica del agua de mar es apta para su uso recreativo.

e.2 Hidrología subterránea.

En Quintana Roo, y en general, en la Península de Yucatán el almacenamiento y flujo de agua es subterráneo. Lo anterior, es posible debido a la geología cárstica de la región, en la cual existe una disolución de las rocas por la acción química del agua, permitiendo así una rápida infiltración de la precipitación y con ello el ingreso del agua desde la superficie hacia el acuífero.

El acuífero está conformado por rocas calizas del Terciario y Cuaternario, con distintos rangos de permeabilidad en el material consolidado, la permeabilidad alta, es la que representa una mayor proporción en la superficie estatal. Según Beddows et al. (2002) el acuífero de la costa este de la Península de Yucatán es de triple porosidad, es decir, su porosidad es debida a la matriz, fracturas y los conductos de disolución.

Quintana Roo presenta cuatro zonas hidrogeológicas al interior de su extensión territorial, las cuales son: 1) Cerros y Valles, 2) Cuencas Escalonadas, 3) Planicie interior y 4) Costas Bajas (CONAGUA, 2015). El sistema ambiental se extiende sobre la zona Planicie Interior.

Las rocas que conforman la zona hidrogeológica Planicie Interior son calizas de origen marino

pertenecientes a la formación Felipe Carrillo Puerto de edad Mioceno Superior-Plioceno, también se encuentran rocas del Terciario Superior. Las calizas presentes manifiestan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituyen un buen acuífero.

- **Permeabilidad.**

En la zona de interés, se presentan cinco unidades de permeabilidad geohidrológica de acuerdo con las características físicas e hidrológicas de los materiales. Se clasifican en dos grupos: consolidados y no consolidados, y conforme con su factibilidad de funcionar como acuífero en tres grupos: con posibilidades altas, medias y bajas (INEGI, 2002).

De acuerdo con la Carta Hidrológica Subterránea realizada con base en los datos de Hidrología del INEGI (figura 10), el proyecto posee una permeabilidad delimitada por el material no consolidado con posibilidades bajas.

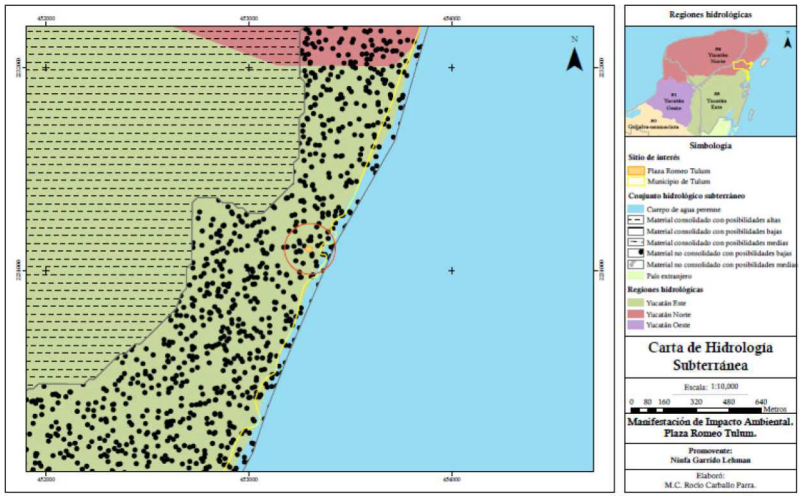


Figura 10. Carta de hidrología subterránea.

La unidad de material no consolidado con posibilidades bajas se encuentra distribuida ampliamente en los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto y en las costas del estado, corresponde a las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; está compuesta por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo, sus espesores son reducidos, por lo que no son capaces de conformar acuíferos. Esta unidad se encuentra sobreyaciendo a las rocas calcáreas que funcionan como acuíferos de tipo libre.

La geología cárstica de la zona ha favorecido la formación de tres sistemas conocidos como “ríos subterráneos” en Tulum: 1) el Ox Bel con 172.3 km, el Sac Actun con 156.4 km y el Dos Ojos con 62.2 km, estos ríos subterráneos son los tres más grandes de México y los dos primeros son el 8º y 9º a nivel internacional (Plan Municipal de Desarrollo Tulum 2016-2018).

- **Profundidad y dirección.**

En la unidad hidrogeológica Planicie Interior, la dirección de flujo del agua subterránea es hacia el este en su parte media, al oeste cerca de Yucatán y al norte en los municipios de Kantunilkín e Isla

Mujeres. La profundidad del nivel estático va de 20 a 50 metros hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas; tiene un espesor medio de 19 metros y un abatimiento medio de -0.15 m en la época seca del año (INEGI, 2002).

- **Usos principales o actividades para las que son aprovechados.**

El acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua para todas las actividades humanas, siendo sus usos principales domésticos, agrícolas y recreativos.

- **Calidad.**

Los acuíferos cársticos como el de Quintana Roo son muy vulnerables a la contaminación debido a que por su porosidad se facilita el transporte de contaminantes desde la superficie al nivel freático. En ambientes cársticos, los poros y conductos permiten al agua superficial alcanzar el agua subterránea rápidamente, con frecuencia sin el tiempo suficiente para su filtración o la descomposición biológica de nutrientes y contaminantes (Kresic, 2013).

Uno de los principales problemas de contaminación del agua subterránea en la península de Yucatán gira en torno de las descargas de aguas residuales, por la falta de un adecuado y suficiente drenaje sanitario, así como por la poca infraestructura de tratamiento de frente al fecalismo al aire libre, con la consecuente contaminación por microorganismos patógenos, el arrastre de plaguicidas, metales pesados, fármacos, hidrocarburos, aceites de motor, chapopote de la pavimentación de calles, pinturas, productos industriales, hormonas y antibióticos, entre otros (Plan Rector del agua, 2011 en Batllori Sampedro, 2016).

Los contaminantes pueden ser introducidos en una variedad de formas desde fuentes continuas o intermitentes y pueden ser transportados desde la zona vadosa o liberados de los sitios de almacenamiento en el subsuelo cárstico debido a la variedad del patrón de recarga (precipitación), también pueden residir encima del nivel freático y ser arrastrados por el aumento en el nivel del agua (Kresic, 2013).

Durante la temporada de lluvias las precipitaciones traspasan el suelo rápidamente, descienden al manto freático, viajan de manera subterránea hacia la costa, y al final de la temporada de lluvias y durante la época de “nortes” afloran a la superficie a través de manantiales que inundan las depresiones costeras, y se mezclan con el agua de mar en lagunas y ciénagas, incluidos los contaminantes que haya arrastrado a su paso (Batllori Sampedro, 2016).

De acuerdo con Moore *et al*. (1992), la columna de agua subterránea está dividida en tres regímenes: 1) Un lente de agua dulce, producto de la infiltración del agua pluvial y el cual yace encima de una zona de agua salobre, la cual a su vez se encuentra encima del agua salina. El lente de agua dulce normalmente tiene una salinidad menor a 5 %. La haloclina es la región donde ocurre un cambio rápido de salinidad con la profundidad (generalmente 5 -95 % de salinidad), y define la capa de agua salobre. El agua que se encuentra debajo de la columna de agua salobre corresponde a agua salada porque su origen es el Mar Caribe.

En este sentido, basándose en los datos del 2018 de la Subdirección General Técnica de la CONAGUA, la zona donde se ubica el proyecto y en totalidad del sistema ambiental (figura 11)

presenta intrusión salina, cabe recordar que la representación gráfica del acuífero es de un lente de agua dulce asentado sobre agua salada, siendo particularmente delgada la capa de agua dulce próxima a la costa, lo anterior se puede intensificar con la extracción de agua en los pozos de abastecimiento.

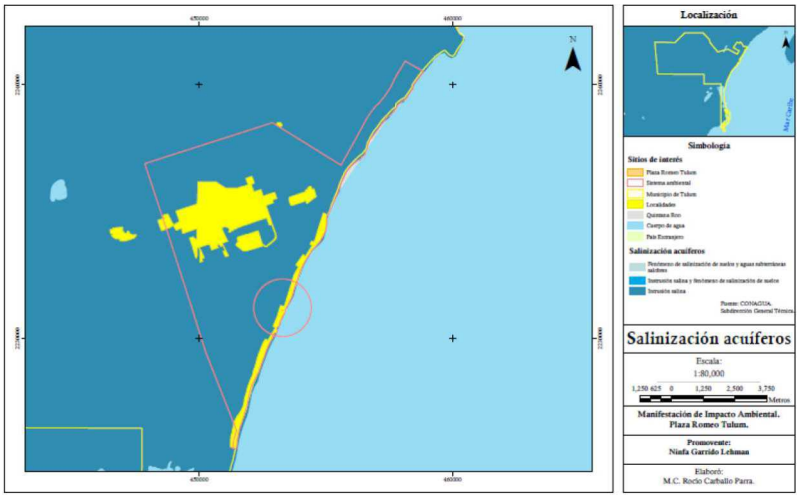


Figura 11. Salinización de acuíferos (CONAGUA, 2018).

Por otro lado, Hernández-Terrones et al. (2011), reportan para la localidad costera de Puerto Morelos concentraciones altas de nitrógeno (353.3 µM en promedio) en pozos, en 80 % de los pozos muestreados, las concentraciones de nitrato excedieron los límites permisibles para la calidad del agua. En este sentido, estas concentraciones son preocupantes debido a que el agua subterránea es la principal fuente de agua potable en la región, y en general, en la Península de Yucatán. Las altas concentraciones de nitrato indican una fuente antropogénica a través de la percolación de las aguas residuales, lo anterior se verifica en que también se registraron altas concentraciones de E. coli en los pozos. Lo anterior, es de importancia, porque Tulum al igual que Puerto Morelos es una localidad costera, donde se presentan un gran uso de fosas sépticas a nivel residencial, y la infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales es limitada y deficiente.

IV.3.2. Aspectos bióticos

Como se ha mencionado, el proyecto objeto de la presente Manifestación consiste en construcción, operación y mantenimiento de una plaza comercial de dos niveles ubicada en la zona costera de ciudad de Tulum, a continuación, se describe el medio biótico del predio y del sistema ambiental definido.

a. Vegetación.

a.1 Tipo de vegetación.

Como una primera aproximación del tipo de vegetación presente en la zona, se utilizó el conjunto de datos vectoriales escala 1:250,000 Serie VI del INEGI (figura 12). De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del proyecto, en el sistema ambiental se pueden identificar cuatro tipos de vegetación: 1) Selva Mediana Subperennifolia, 2) Vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, 3) Manglar, y 4) Tular, junto con el área correspondiente a la localidad de Tulum, en el cual no se registran datos de vegetación. Específicamente el predio y su zona circundante, se encuentran en un área de asentamientos humanos.

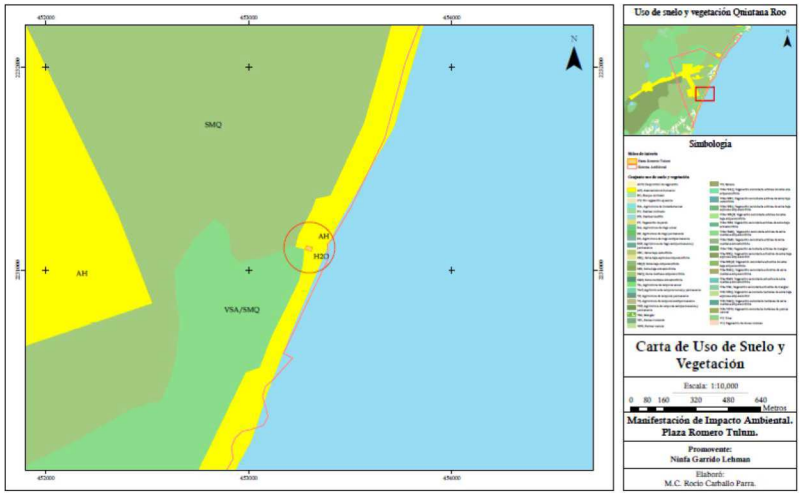


Figura 12. Carta de uso de suelo y vegetación.

Con respecto a la Selva Mediana Subperennifolia con vegetación secundaria, Serralta Peraza et al. (2002) señala que las especies más importantes son chicozapote (Manilkara zapota), ya'axnik (Vitex gaumeri), y el ramón (Brosimun alicastrum). Por otro lado, en la orilla de la costa de Tulum se localizan áreas de manglar y algunas Ciénegas con especies tales como el mangle rojo y mangle blanco. Asimismo, las áreas inundables o sujetas a inundación presentan vegetación de tule acuático (Plan Municipal de Desarrollo Tulum 2016-2018).

Derivado de las actividades turísticas que se efectúan en la zona, referentes a la infraestructura de servicios como son restaurantes, hoteles y negocios dedicados a la venta de productos artesanales, la cobertura original de la vegetación ha sido impactada. Actualmente, en las inmediaciones del predio de interés, se registra la presencia de los individuos señalados en la tabla 8 y figura 13.

Tabla 8. Vegetación presente en el predio.

Total de Individuos	Familia	Nombre común	Especie
1	Polygonaceae	Boob	*Coccoloba spicata* Lundell
5	Combretaceae	Almendro malabar	*Terminalia catappa*
10	Arecaceae	Palma chit	*Thrinax radiata Lood.* ex J.A. & J.H. Schutt.
12		Cocotero	*Cocos nucifera L.*

Como se observa en la tabla 8 se registraron tres familias y cuatro especies con un total de 28 individuos, siendo la familia Arecacea la dominante, con un total de 22 ejemplares (78 % del total de individuos presentes en el predio) representados por las especies de cocotero y chit.

Figura 13. Vegetación presente en el predio.

- **Índice de diversidad.**

La diversidad de especies se calculó con base en el índice de Shannon-Wiener (tabla 9), a través de la siguiente ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener, S es el número total de especies, y p_i es la abundancia relativa de la especie, calculada de la siguiente manera:

$$p_i = \frac{n}{N}$$

Donde n representa en número total de individuos por especie, y N el número total de individuos de

todas las especies.

Tabla 9. Índice de Shannon-Wiener aplicado a la vegetación del proyecto.

Especie	n	p_i	$\log_2 p_i$	$p_i \log_2 p_i$
Boob	1	0.035714	-4.80735	-0.17169
Almendro malabar	5	0.178571	-2.48543	-0.44383
Palma chit	10	0.357143	-1.48543	-0.53051
Cocotero	12	0.428571	-1.22239	-0.52388
N	28		***H'***	**1.66991**

Como se muestra en la tabla anterior, el índice de Shannon emplea una relación entre la abundancia y la riqueza de especies para proporcionarnos un índice de diversidad, para 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 en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. En este sentido, se puede observar que la diversidad del predio es baja.

a.2 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Bajo el rubro de especies en la categoría de amenazadas (A), en peligro de extinción (P), probablemente extinta en el medio silvestre (E) y/o sujeta a protección especial (Pr), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio se registró la presencia de Thrinax radiata (palma chit), la cual es una especie amenazada, que de acuerdo al mencionado instrumento normativo esta categoría de protección incluye a las especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

a.3 Estado de conservación.

Las selvas tropicales son los sistemas que actualmente se encuentran más fuertemente amenazados, debido principalmente a las actividades humanas (Escobedo Cabrera et al., 2002a).

Como se mencionó con anterioridad en el apartado d, de la sección IV.3.1, la vegetación presente en el sistema ambiental ha sido perturbada por los por los crecimiento urbano y turístico de la zona cambiando el uso de suelo para la creación y expansión de asentamientos humanos. En el Atlas de Riesgo de Tulum (2015) se menciona que la problemática existente con el uso de suelo y vegetación consiste en el turismo excesivo y deforestación, así como la contaminación por aguas residuales.
La deforestación de selva a otros usos se relaciona con la pérdida de biodiversidad, la disminución del hábitat de especies, el cambio climático global y el desarrollo sustentable (Woodwell et al., 1983; Robbins et al., 1989; Wilson, 1988), además de tener implicaciones económicas y sociales a diferentes escalas. La deforestación no sólo conlleva la eliminación de grandes superficies de selva, sino que también la fragmenta (García-Rubio et al., 2005).

b. Fauna.

b.1 Muestreo.

El muestreo de fauna consistió en recorridos en el predio y la identificación de los grupos faunísticos

se realizó con los métodos descritos en la tabla 10.

Tabla 10. Método de muestreo por grupo faunístico.

Grupo faunístico	Método de muestreo
Herpetofauna	Búsqueda directa no restringida: La colecta se hizo por métodos directos a través de la búsqueda de organismos en hábitats usualmente utilizados como son pequeñas zonas con agua, bajo hojarasca, rocas, corteza, troncos húmedos, entre otros. Los individuos fueron capturados con la mano, con redes o ganchos herpetológicos. Los objetos removidos fueron colocados nuevamente en su lugar original, esto permitió que los microhábitats no se alteren, lo cual es muy importante para realizar los muestreos en días o periodos de tiempo posteriores.
Avifauna	Se realizaron observaciones directas mediante recorridos por toda la superficie del predio con el apoyo de binoculares Eagle opticsranger 12x50 y guías de campo, los recorridos se realizaron en dos horarios de 6:00 a 8:00 y 16:00 a 18:00 horas que corresponden a los periodos de tiempo de mayor actividad de las aves, lo anterior se realizó por un periodo de dos días. Las identificaciones en el campo se realizaron con la ayuda de guías de campo (Peterson y Chalif, 1973; Howell y Webb (1995); Robbins et al., 1983; NationalGeographic, 1983).
Mastofauna	Observaciones directas: Se realizaron observaciones directas mediante recorridos en toda la superficie del predio caminando a una velocidad aproximada de un kilómetro por hora, dichos recorridos se efectuaron en los siguientes horarios de 6:00 a 8:00, 17:00 a 19:00 y de 23:00 a 1:00 horas por un periodo de tiempo de dos días. Observaciones indirectas: Todos los animales, y en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural, de su presencia y sus actividades (excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, restos de comida, alteraciones en la vegetación, sendas, etc.). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente en el momento de la observación. Por las mañanas se realizaron recorridos al interior del predio para ubicar y registrar evidencias indirectas (huellas, vocalizaciones, comederos, cadáveres, excavaciones, madrigueras, caminos, heces y bañaderos), de la presencia de los organismos, estos se realizaron de 8:00 a 12:00 horas durante los cinco días que duro el muestreo. Las especies fueron identificadas con la ayuda de la guía de campo de Emmons (1999) y las huellas fueron identificadas utilizando las guías de campo de Aranda (1981) y Becker &Dalponte (1991).

b.3 Caracterización.

Como porta de las acciones de muestreo realizadas, se tuvo evidencia de la presencia de las especies que a continuación se mencionan en las inmediaciones y colindancias del terreno.

Tabla 11. Ejemplares de fauna identificados en el predio.

No. Spp	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptiles			
1	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona
2	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Chintete, Anolis café
3	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra
4	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tarzán pasa ríos
Aves			

No. Spp	Familia	Nombre científico	Nombre común
5	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica
6		*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca
7	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano
8	Sternidae	*Thalasseus maximus*	Charrán real
Mamíferos			
9	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache común

Como se observa en la tabla anterior, se identificaron 10 especies de organismo de fauna representados por reptiles, aves y mamíferos. En lo concerniente a los reptiles y mamíferos, se presume que el predio sirve como paso en su búsqueda por alimento, y no como sitio de refugio.

b.3 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Bajo el rubro de especies en la categoría de amenazadas (A), en peligro de extinción (P), probablemente extinta en el medio silvestre (E) y/o sujeta a protección especial (Pr), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio y sus colindancias se registró la presencia de Ctenosaura similis (iguana negra), la cual es una especie amenazada, que de acuerdo al mencionado instrumento normativo esta categoría de protección incluye a las especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

b.4 Estado de conservación.

Las especies de fauna avistadas en el predio donde se ubica el proyecto corresponden a especies reportadas en zonas urbanas y costeras, lo cual evidencia la perturbación de la vegetación. Por la zona, es común encontrar aves marinas, que pueden encontrar descanso en la vegetación cercana al predio, así mismo, la iguana negra es una especie común en la zona. Por otro lado, como se puede apreciar en el anexo fotográfico, si bien en el predio se mantiene cierta vegetación, no toda es nativa, lo cual repercute en el hábitat de los animales de la zona, y como se observa de la riqueza de especies encontrada, el predio no constituye un hábitat para las mismas.

IV.3.3. Medio socioeconómico

La información socioeconómica para el sistema ambiental se definió con base en el municipio de Tulum y particularmente en su cabecera, que es donde se encuentra inmerso el proyecto y se encuentra inscrita el sistema ambiental definido.

a. Demografía.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2017 realizado por el INEGI, 2017 la población del municipio de Tulum constaba de 36,721 habitantes, de los cuales las mujeres comprendían el 48 % y los hombres el 52 %. La población de la ciudad de Tulum estaba integrada por 18,233 habitantes para el año 2010, la estructura poblacional por sexo de los habitantes estaba representada de la misma forma que la municipal.

a.1 Tasa de crecimiento poblacional.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Tulum 2016-2018, la tasa de crecimiento poblacional municipal es de 10.85 % anual.

a.2 Población Económicamente activa.

Con base al Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, la principal actividad económica municipal es la prestación de servicios con el 70 %, principalmente al hospedaje y alimento. El segundo sector en importancia es el comercio con el 12 %; mientras que el sector secundario con el 11 % lo componen la construcción y elaboración de productos artesanales. De acuerdo con datos del 2015, el 59.7 % de la población municipal representaba a la PEA, 98.2 % de la cual se encontraba ocupada (figura 14).

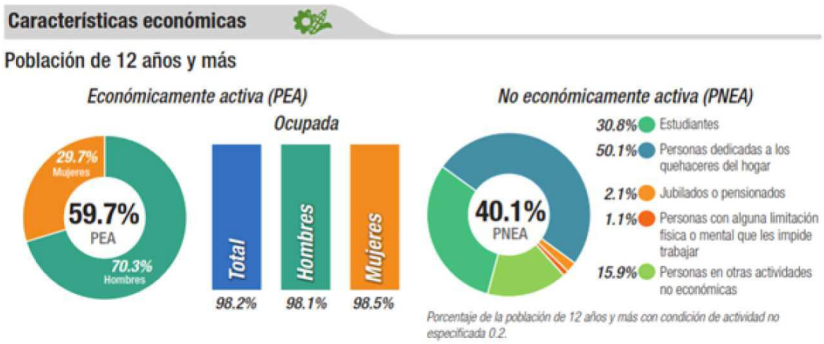


Figura 14. Población Económicamente Activa del municipio de Tulum (INEGI, 2016).

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, para ese año, en la ciudad de Tulum, la PEA estaba integrada por 8,300 personas, de las cuales el 97 % se encontraba ocupada.

b. Servicios públicos.

b.1 Agua potable.

En la localidad del Tulum para el año 2010 había un total de 5,141 viviendas particulares habitadas, de las cuales, el 95 % contaba con el servicio de agua entubada en la vivienda (INEGI, 2010). Las cual es extraída de pozos profundos, de acuerdo con datos del INEGI (2017).

b.2 Drenaje.

El agua potable y el drenaje son manejados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado en el municipio. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano de Tulum, existe insuficiencia y deficiencia en infraestructura y servicios de drenaje a nivel municipal.

El porcentaje de disponibilidad de drenaje en Tulum se puede observar a continuación en la tabla 12, evidenciando la dominancia de las fosas sépticas.

Tabla 12. Disponibilidad de drenaje en el municipio de Tulum.

Municipio	Total	Disponibilidad de drenaje (porcentaje)			
		Red pública	Fosa séptica	Barranca o grieta	Rio, lago o mar
Tulum	95.21	43.34	56.27	0.37	0.02

Fuente: INEGI, 2017.

En el caso específico de la cabecera municipal, de las 5,141 viviendas particulares habitadas, el 94 % contaban con drenaje (INEGI, 2010), pudiendo corresponder a algunos de los tipos señalados en la tabla 12.

b.3 Electricidad.

Según el INEGI (2010), el 94 % de las viviendas particulares habitadas contaba con electricidad en la ciudad de Tulum; mientras que cifras a nivel municipal señalan que la cobertura para la totalidad de las viviendas en Tulum es del 97.5 %.

A continuación, a manera de resumen, se presentan los principales indicadores de desarrollo humanos referidos a servicios públicos para el municipio de Tulum.

Tabla 13. Principales indicadores de desarrollo humano en Tulum.

Municipio	Índice de agua entubada	Índice de drenaje	Índice de electricidad
Tulum	0.9887	0.9521	0.9742

Fuente: INEGI, 2017.

b.4 Residuos sólidos.

La recolección de basura es un servicio público que ha sido concesionado y se estudia, a nivel municipal, el procesamiento y transformación de los desechos, así como su disposición final. La disposición de los residuos en Tulum se hace en basureros a cielo abierto. Sin embargo, la existencia de tiraderos clandestinos representa un problema significativo (Programa de Desarrollo Urbano de Tulum).

b.5 Educación.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2018, para el ciclo escolar 2017-20178, la matrícula académica de Tulum estuvo integrada como se señala en la tabla 14 y la infraestructura para su atención consta de 48 planteles, 1 biblioteca, 10 laboratorios y 7 talleres.

Tabla 14. Matrícula académica en el municipio de Bacalar.

Grado académico	Alumnos
Preescolar	1,796
Primaria	5,187
Secundaria	2,151
Bachillerato general	550
Bachillerato tecnológico y niveles equivalentes	1,017
Formación para el trabajo	3,589

Fuente: INEGI, 2018.

b.6 Salud.

En lo concerniente a los servicios de salud, según los datos del Panorama Sociodemográfico de Quintana Roo 2015 (2016), la población afiliada comprendía el 79.4 %, siendo el seguro popular el de mayor afiliación a nivel municipal (figura 15). Sin embargo, datos del 2017 del Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo reportan que no hay población usuaria de los servicios médicos de las instituciones IMSS, SEDENA y SEMAR, mientras que los Servicios Estatales de Salud y el DIF registran población usuaria, siendo la primera la de mayor magnitud. En este sentido, el Plan Municipal de Desarrollo señala que los servicios de salud del municipio se reducen a la atención primaria y que, de requerirse alguna intervención especializada, en su mayoría las personas acuden a centros hospitalarios de las ciudades de Playa del Carmen, Cancún, Mérida y Valladolid.

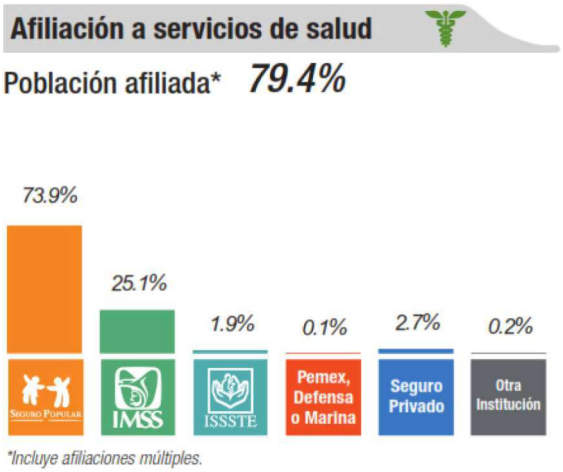


Figura 15. Situación de afiliación a los servicios de salud.

c. Actividades productivas.

c.1 Agricultura.

El tipo de suelo existente en el área (leptosols) no es propicio para actividades agrícolas, debido a que son suelos pocos profundos que limitan el enraizamiento.

c.2 Apicultura.

Datos del Anuario Estadístico y Geográfico reportan una producción de 170 toneladas de miel para el año 2017, cantidad que ha ido aumentando con el transcurso del tiempo.

c.3 Turismo.

El sector turístico comprende las actividades económicas principales de la zona debido a su naturaleza costera y a la belleza de sus recursos naturales. El alto nivel de crecimiento de la actividad turística en el municipio ha implicado desarrollar una mayor infraestructura. En este sentido, cifras de SEDETUR (2018) reportan un total de 145 hoteles con 7,124 cuartos, cuya ocupación fue mayor a 80 % durante los dos primeros cuatrimestres del año, reduciéndose durante los meses de septiembre y octubre de 2018 en lo que se conoce como temporada baja.

Aunado a la belleza escénica del Mar Caribe y de los ecosistemas costeros, la zona arqueológica de Tulum es la más visitada a nivel estatal, con un total de 2,207,446 durante 2017 (INEGI, 2018).
Entre los atractivos turísticos que ofrece Tulum se encuentran (Plan Municipal de Desarrollo Tulum 2016-2018):

- Parque Nacional Tulum. Es una ciudad amurallada en las costas del Mar Caribe que fungieron como núcleo político y ceremonial de Zamá.
- Playas. Son recomendadas por su color, arena fina y por estar rodeadas de vegetación, además de ofrecer servicios turísticos de calidad.

- Parque Ecológico Labnaha. En donde se pueden realizar actividades que incluyen tirolesa, exploración con kayak, y realizar snorkel en los cenotes.
- Zona arqueológica Cobá. Ubicada a 40 km de la ciudad se encuentras estas ruinas del periodo clásico maya.
- Biósfera de Sian Ka'an. Área Natural Protegida donde se alberga una amplia variedad de especies vegetales y animales.
- Cenotes y lagunas. Sitios para practicar natación, snorkel y buceo, entre los principales se encuentran Campechen, Boca Paila, San Miguel. Cobá, Xamach, la Laguna Verde, Carwash, Calavera, Cristal y Gran Cenote.

d. Vías de acceso.

d.1 Terrestre.

El municipio de Tulum está comunicado mediante la carretera federal 307 Chetumal–Puerto Juárez, que es la principal vía de comunicación y corre paralela a la costa en sentido norte-sur. En su recorrido se encuentran las principales poblaciones del municipio como la cabecera, Tulum, Akumal, Ciudad Chemuyil, así como los grandes hoteles y complejos turísticos de la Riviera Maya.

Existen en el municipio otras carreteras de carácter estatal que comunican las localidades del interior del territorio, la principal de ellas es la que se encuentra partiendo de la ciudad Tulum en sentido sureste-noroeste y comunica el interior del municipio, accediendo a las localidades de Macario Gómez, Francisco Uh May y Cobá. Desde Cobá la carretera continúa hacia el estado de Yucatán culminando en la población de Chemax. Otra carretera que corre en forma perpendicular a esta, comunica a Cobá hacia el norte con poblaciones como Tres Reyes y termina en Nuevo X-Can en el municipio de Lázaro Cárdenas; y hacia el sur con Chanchén, Chanchén Palmar y San Silverio, así como nuevamente con el estado de Yucatán.

El municipio cuenta con una infraestructura carretera de 295 kilómetros, de los cuales 161 km forman la red estatal de caminos alimentadores, 110 kilómetros de caminos rurales y 24 kilómetros de la red federal que integran a las localidades del municipio al resto del estado.

Índice de vulnerabilidad social.

En el contexto del cambio climático, se ha hecho un análisis de la vulnerabilidad social de la zona. La vulnerabilidad social se refiere a la capacidad de las personas y grupos sociales para responder, recuperarse, o adaptarse a cualquier estrés externo sobre su bienestar y su modo de vida. El enfoque de la vulnerabilidad social coloca al bienestar socioeconómico como un elemento central del análisis, y considera las restricciones institucionales que limitan la capacidad de respuesta, así como los recursos a los que el grupo (o el individuo) tiene acceso. En el caso de zonas turísticas, este factor cobra una mayor importancia ya que, en su mayoría, los sectores de la sociedad de la región centran su fuente de ingresos en la actividad turística, la cual se desarrollará de mejor manera, cuanto mejor percepción del destino tenga el turista, en aspectos tanto de los propios servicios turísticos y de atención al cliente, como de lo relacionados con la seguridad, prevención y la capacidad de atención que se le ofrezca ante situaciones de riesgo. Un reconocimiento central es que la vulnerabilidad social es una condición que antecede a los eventos extremos y afecta la capacidad de la sociedad para enfrentarlos, resistirlos y recuperarse (ANIDE, 2013).

Con base en el análisis realizado, el Índice de Vulnerabilidad Social obtenido para el destino turístico de Tulum, arrojó un valor de 0.60, el cual está dentro del rango poco vulnerable, que si bien es un valor con tendencia a la no vulnerabilidad, por lo tanto, requiere de la implementación de las propuestas de medidas de adaptación para disminuir su vulnerabilidad, además de atender los aspectos relacionados con el indicador de Capacidad de Respuesta del Sector Salud, ya que se encuentran muy por debajo del requerimiento mínimo de médicos recomendados por la Organización Mundial de la Salud. En el aspecto de Gobernabilidad, existe también un área de oportunidad para el desarrollo de los instrumentos normativos faltantes (ANIDE, 2013).

IV.3.4 Paisaje.

El proyecto objeto presente Manifestación corresponde a la construcción, operación y mantenimiento de una plaza comercial de dos niveles ubicada en la zona costera de ciudad de Tulum, en cuyas colindancias existe infraestructura de servicios turísticos, lo cual ha conllevado a una fragmentación del paisaje.

De acuerdo con varias metodologías, el paisaje se basa en tres aspectos fundamentales, los cuales son a) visibilidad, b) calidad paisajística y c) fragilidad del paisaje, los cuales se detallan a continuación.

a. Visibilidad.

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, por tal motivo, se observó la visibilidad de la zona desde el posicionamiento central en el predio para poder contar con una observación de la vegetación adyacente. La principal fuente de información se realizó a través de recorridos a pie y la toma de fotografías del sitio.
Como se ha descrito en apartados anteriores, la actividad turística preponderante de la zona ha ocasionado un cambio en la vegetación original del sitio por la modificación del uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos e infraestructura turística (restaurantes, hoteles, entre otros establecimientos comerciales). En este sentido, con respecto a la visibilidad, en el predio se observa vegetación característica de ambientes costeros, así como de ambientes urbanos que han sido impactados (toda vez que la vegetación es reducida), aunado a ello, como se mencionaba previamente, en las colindancias del predio existe infraestructura turística que ha fragmentado el ecosistema original.

b. Calidad paisajística.

Se consideraron los siguientes factores para determinar la calidad del paisaje:

- Recursos paisajísticos de interés ecológico. Se identificó como recurso paisajístico de interés ecológico las diversas especies de flora y fauna que se encuentran protegidas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Recursos paisajísticos de interés cultural. en la zona existen sitios arqueológicos importantes que también fungen como atractivo turístico, como el Parque Nacional de Tulum y Cobá.
- Recursos paisajísticos de interés visual. Como recursos paisajísticos de interés visual se tienen los descritos en los dos puntos anteriores.

c. Fragilidad del paisaje.

Se entiende por fragilidad del paisaje su susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él. De este modo, considerando la información proporcionada en los apartados anteriores, se puede concluir que por cobertura vegetal y tipo de vegetación presente el sistema ha sido impactado y modificado de modo que su susceptibilidad al cambio ha sido reducida. Si se consideran los fenómenos naturales hidrometeorológicos a los que está expuesta la zona, también se afecta la fragilidad del paisaje. Del mismo modo, derivado de las actividades realizadas en los márgenes de la misma, también existe una presión sobre el ecosistema en el que se encuentra inmerso el proyecto, lo que deriva en un incremento de su fragilidad.

IV.4 Diagnóstico ambiental

Considerando la información proporcionada en los rubros anteriores con respecto a las componentes abiótica, biótica y social del Sistema Ambiental definido se observa que en el mismo las actividades turísticas influyen principalmente en el sector económico, las cuales se han visto beneficiadas de la componente biótica del sistema ambiental, pero a las que también han impactado por su desarrollo y crecimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el proyecto de interés se va a realizar en un área de 600 m2 que ya ha sido impactada, no se prevén daños severos con la construcción del mismo, sin embargo, se efectuarán medidas de mitigación encaminadas a disminuir o evitar las posibles consecuencias negativas que se puedan presentar por su construcción, operación y mantenimiento.

En lo concerniente a los impactos positivos del proyecto la componente social es la favorecida, ya que el proyecto propiciará fuente de empleo temporal y permanente para los habitantes de la localidad y, por lo tanto, propiciará un incremento en la calidad de vida para la población beneficiada. Además de incidir en una mayor derrama económica para este destino turístico, ya que el proyecto se plantea como una alternativa a los servicios ofrecidos a los visitantes de Tulum.

V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales. 1

a. Identificación de actividades que impactarán el ambiente 1

b. Identificación de los factores o componentes ambientales. 2

Indicadores de impacto 3

Lista indicativa de indicadores de impacto. 5

Delimitación del área de influencia 5

Criterios y metodologías de evaluación 7

Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 7

Check list o lista de control 7

Criterios 7

Matriz de Leopold 9

Análisis Check list 11

Matriz de Leopold 23

Principales Impactos Generados por Etapa 29

Etapa de Preparación del Sitio 29

Etapa de Construcción 30

Etapa de Operación 30

Conclusiones 31

El objetivo de este capítulo dentro de la MIA, es identificar y evaluar de manera estricta los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto denominado "Plaza Romeo Tulum". Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto. Lo anterior pensando en las posibles formas de reducir los impactos identificados y evaluando varias alternativas para ejecutar las medidas de prevención o mitigación aplicables para cada uno de ellos.

Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto se usaron las metodologías de Check list y matriz de Leopold. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) Cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a. Identificación de actividades que impactarán el ambiente

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el siguiente cuadro.

Tabla 1.- Actividades del proyecto en las tres etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del Sitio	1. Contratación y tránsito de personal.
	2. Inducción ambiental a los trabajadores.
	3. Levantamiento topográfico.
	4. Delimitación física de las áreas de desplante, plaza, bodega, cuarto de máquina, humedal, camino de acceso, área ajardinada y área conservada.
	5. Remoción puntual de algunos individuos de flora.
	6. Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, contenedores de residuos, etc.).
	7. Aplicación del Programa de Manejo de Residuos.
Construcción	8. Contratación y tránsito de personal.
	9. Operación de maquinaria y equipo.
	10. Operación de obras provisionales
	11. Excavaciones y colocación de pilotes prefabricados.
	12. Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.

Etapa	Actividades
	13. Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.
	14. Aplicación de Programa de Manejo de Residuos.
Operación	15. Operación y Mantenimiento de la plaza comercial.
	16. Contratación de personal.
	17. Presencia de visitantes y personal.
	18. Aplicación de Programa de Manejo de Residuos.

Como vemos en el cuadro anterior habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad. Por ejemplo, en la etapa de preparación del sitio un impacto puntual será la remoción de algunos individuos de flora, ya que su injerencia será únicamente en dicha etapa.

b. Identificación de los factores o componentes ambientales.

Con base en el cuadro anterior se determinaron 18 actividades que potencialmente pueden impactar a algún factor o componente ambiental, distribuidas en tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Cambios en las formas del terreno.
- Dispersión de especies de fauna nociva o invasoras.
- Alteración de la hidrología superficial y/o subterránea.
- Afectación al microclima.
- Contaminación de agua y suelo.
- Generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, etc

Para el análisis, primero se definieron los indicadores de impacto como aquellos factores ambientales que se verán afectados; en segundo término, se presenta la lista de los factores ambientales. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente.

Factores ambientales. Se definieron 15 factores ambientales del medio biótico y abiótico que serán afectados por las actividades que se generarán con el desarrollo del proyecto.

Tabla 2.- Identificación de los factores ambientales para el proyecto.

Factor ambiental
Formas del terreno y suelo
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.
Residuos peligrosos
Agua
Aire/Clima
Vegetación
Fauna
Uso de suelo
Transporte y flujo del tráfico
Creación de infraestructura
Población

Factor ambiental
Salud humana
Economía
Paisaje
Cultura o historia

Indicadores de impacto

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros distintos indicadores.
- Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Se buscaron indicadores que reflejaran impactos significativos, considerando las características y cualidades del sistema ambiental (SA). Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades y acciones que pueden afectarlos para de esta manera poder calificar e identificar adecuadamente el sistema.

Tabla 3.- Indicadores de impacto que se analizaran en el check list.

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
Formas del terreno y suelo	Cambios en las topoformas.
	Creación de pendientes o terraplenes inestables que puedan provocar deslizamientos, derrumbes, vuelcos.
	Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo
	Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)
	Erosión del suelo (hídrica o eólica)
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	Generación de residuos sólidos en grandes cantidades
	Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados
	Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados
	Residuos depositados sobre la vegetación
	Almacenaje de residuos
Residuos peligrosos	Implicará la generación de residuos peligrosos
	La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos
	Almacenaje de residuos peligrosos
	Contacto de la fauna con residuos peligrosos.

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
	El contacto humano con residuos peligrosos
Agua	Altos consumos de agua
	Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje
	Afectación en la escorrentía superficial
	Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales
	Afectación del manto freático por extracción del agua del subsuelo.
Aire/Clima	Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.
	Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros
	Afectación al microclima
Vegetación	Cambio en la abundancia de alguna especie
	Cambios en la diversidad biológica del sitio
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras
	Afectación a especies bajo protección o endémica.
	Afectación a especies silvestres de interés comercial.
	La pérdida de hábitat.
	Fragmentación de ecosistemas.
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie.
	Cambios en la diversidad biológica del sitio.
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora.
	Afectación a especies bajo protección o endémica.
	Afectación a especies de interés comercial
	Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera)
	Creación y colonización de nuevos hábitats
	Ocasionará la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida
Usos del suelo	Alterará los usos actuales o previstos del área
	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.
	Provocará un impacto en una superficie bajo protección
Transporte y flujo de tráfico	Un movimiento adicional de vehículos
	Impacto sobre los sistemas actuales de transporte
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas
Creación de Infraestructura	Electricidad y gas
	Planta de tratamiento de aguas residuales
	Planta potabilizadora
	Red de aguas pluviales
Población	Alterará la distribución de la población humana
	Alterará el tamaño de la población actual
Salud Humana	Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)
	Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales
	Afectará la oferta de empleo
	Cambiará el valor del suelo
Paisaje	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público

Factor Ambiental	Indicador de Impacto
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (en contradicción con el diseño natural o urbano)
	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo
Cultura o historia	Alterará sitios o construcciones de interés arqueológico o histórico
	Afectará objetos de importancia histórica que no puedan ser redireccionados
	Afectará de alguna manera el uso de un sitio con valor cultural-tradicional.
	Afectará la cultura de la región
	Afectarán obras reguladas y protegidas

Lista indicativa de indicadores de impacto.

Delimitación del área de influencia

Es necesario analizar los impactos del proyecto a través de una ponderación objetiva a nivel del sistema ambiental (SA) y en particular del área de afectación del proyecto (predio), especificando en el análisis aquellos que serán perceptibles a nivel del sistema y cuáles únicamente tendrán un impacto puntual en el área de afectación del proyecto. Además de considerar los efectos (impactos) acumulados en la zona, como los diferentes asentamientos humanos que rodean el área de estudio, las cuales causaron impactos años anteriores.

El análisis de impactos es complejo ya que implica las interacciones entre la biota y su medio, y depende de las características propias de cada indicador y de la acción que se analice. El área de influencia depende de la acción proyectada, del estado actual de los ecosistemas afectados.

Para no subestimar o sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto. De esta forma, impactos sobre la topografía y el suelo se evaluaron a nivel particular del área de afectación directa. El área de afectación directa está definida como el área que comprende la fracción del polígono del predio, misma que corresponde a una superficie de 600 metros cuadrados. El predio del proyecto carece de cobertura vegetal uniforme, debido a que solo se presentan algunos individuos aislados de vegetación.

Factores como el agua, y el aire, así como la generación de residuos se analizaron a nivel del sistema ambiental. Se explican los criterios para los indicadores principales a continuación.

Los impactos analizados a nivel del SA a menudo son impactos acumulativos, residuales o sinérgicos, cuya dinámica depende de su interacción a este nivel. Por ejemplo, el transporte y flujo de tráfico únicamente llega a ser un impacto cuando se analiza su afectación junto con el ya existente.

Tabla 4.-Factores analizados a nivel particular o de sistema ambiental.

Impactos analizados a nivel particulardel área de afectación directa (el predio)	**Formas del terreno y suelo**. - Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas por efectos de la preparación del sitio y construcción, de tal manera que se analizaron a este nivel.
	Salud humana. - Se califican los impactos potenciales de producirse a la salud humana para las personas involucradas durante las diferentes etapas del proyecto, y tiene una influencia particular.
	Creación de infraestructura y servicio. - Se evalúan los servicios y las infraestructuras que serán creados directamente o indirectamente por el desarrollo del proyecto, este factor se analiza solo a nivel del predio.
	Uso de suelo. -Se analiza a nivel del predio del proyecto, ya que considera las disposiciones del ordenamiento del municipio que aplique y los usos de suelo previstos para la zona, específicamente para el lugar en donde se ubicara el proyecto.
Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SA)	**Aire/Clima**. - Las modificaciones a estos indicadores serán ocasionados principalmente en las primeras dos etapas del proyecto por movimientos de maquinaria y equipo, ya que se genera tanto polvo como ruido. Sin embargo, el cambio microclimático se podrá reflejar a nivel del SA, ya que este viene a sumarse al ocasionado por otros desarrollos.
	Agua. - Durante las etapas de preparación, construcción y operación se generará un impacto a nivel particular del agua como recurso, ya que conllevará al aumento en su consumo. Sin embargo, a nivel de sistema ambiental, la preparación y construcción del proyecto puede generar impactos en la hidrología subterránea, índices de infiltración, así como también, al manto freático por su exposición, debido a la generación de todo tipo de residuos.
	Vegetación. - Los impactos que puedan presentarse sobre este factor son evaluados a este nivel, debido a que son considerados como acumulativos y sinérgico.
	Fauna. - La mayor parte de las especies de fauna terrestre tiene una dinámica metapoblacional, principalmente los de mayor tamaño, por lo tanto, para mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo se requiere examinar a una mayor escala de superficie, por lo cual se evalúa a este nivel. Sin embargo, debido a que el predio del proyecto no presenta vegetación uniforme solo algunos individuos aislados, la fauna es escasa.
	Residuos sólidos y líquidos no peligrosos. - Se analiza este factor en este nivel, ya que el proyecto queda inmerso en un área en donde ya se presentan otros desarrollos, por lo que la generación de residuos vendrá a sumarse a la ya existente.
	Residuos peligrosos. - Se revisa la generación de residuos peligrosos a este nivel ya que, su generación viene a sumarse a la ya existente en la zona.
	Transporte y flujo de tráfico. - Debido a que el proyecto se ubica en un área donde ya se cuenta con otros desarrollos, este factor se evaluará a este nivel.
	Población. - El impacto sobre este indicador se evalúa a nivel del sistema ambiental.
	Economía, cultura e historia. - Estos indicadores se analizan a nivel del SA dado que repercutirá en las poblaciones o desarrollos turísticos cercanos.
	Paisaje. - Los impactos a este indicador se evalúan a este nivel debido a que tendrán un impacto sobre el escenario del sistema ambiental.

Criterios de Evaluación

La incidencia de las actividades del proyecto sobre los 15 factores ambientales (Cuadro anterior) se identificó y evaluó considerando los siguientes criterios:

- La dinámica del ecosistema.
- La aptitud y vocación del suelo y agua.
- Las condiciones ambientales del sistema ambiental.
- La resiliencia y servicios ambientales de los ecosistemas.

- Las actividades económicas existentes o previstas en su zona de influencia.
- Riesgo natural que tiene el sitio del proyecto ante fenómenos o procesos de origen natural: geológico, hidrológico, atmosférico, y los provocados por actividades humanas.
- La afectación directa o indirecta de la estructura, las funciones y los servicios ambientales de los ecosistemas involucrados.
- Los impactos específicos en cada etapa de desarrollo del proyecto: preparación, construcción y operación.
- Los actores que intervienen en cada una de estas etapas.

Para evaluar todos los aspectos anteriores se usó el check list y la matriz de Leopold, por medio de las cuales se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Con la finalidad de analizar si el presente proyecto no modifica el entorno de tal manera que afecte el sistema ambiental (SA) e impida la continuidad de los procesos ecológicos existentes se realizó un análisis, considerando el área de influencia de las diferentes actividades del proyecto, y no solo la zona de impacto directo.

Cabe señalar que la evaluación de los impactos se realizó sin considerar algún tipo de medidas que pudiera prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos del proyecto hacia el medio biótico y abiótico.

Criterios y metodologías de evaluación

Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Check list o lista de control

Las listas de control pueden ser usadas para la planificación y dirección de un estudio de impacto ambiental, especialmente si se usan una o más listas específicas para el tipo de proyecto, estos proporcionan un enfoque estructural para identificar los impactos claves y factores ambientales afectados. Los factores o impactos de una lista de control simple, o descriptiva, pueden agruparse para demostrar impactos secundarios y terciarios y/o interrelaciones del sistema ambiental, lo que permite ordenar los impactos de acuerdo con su tipo e intensidad.

Para evaluar los impactos se utilizaron los 15 factores descritos previamente. Asimismo, para cada factor se evaluaron algunos de los atributos establecidos en la Guía Para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Sector Turismo de la SEMARNAT, según las siguientes definiciones de Gómez- Orea (2003).

Criterios

- **Signo**. - Se refiere a si un impacto es benéfico o adverso en general para la zona donde se

desarrolla el proyecto considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, a corto, mediano y largo plazos. En la lista de control se definirá si los impactos son nulos, adversos o benéficos, clasificando a estos últimos dos de acuerdo a su significancia en no significativo, moderado y severo.

Tabla 5.-Significancia de los impactos en el check list.

SIGNIFICANCIA	DESCRIPCIÓN
NO SIGNIFICATIVO	Los impactos al ambiente y las poblaciones se dan a nivel local (inmediato al proyecto), de forma puntual al sitio, de tal forma que no alteran las funciones normales del sistema ambiental, son temporales y reversibles.
MODERADO	Los impactos al ambiente y las poblaciones son temporales, pero permanecen el tiempo que duren las actividades del proyecto, y las condiciones previas son recuperables.
SEVERO	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o de duración mayor de un año, visibles, perceptibles, el efecto puede ser local o regional e irreversible.

- **Efecto**

  - **Directo**. - se refiere a los impactos cuya fuente principal es el proyecto evaluado.
  - **Indirecto**. - Se refiere a los impactos ocasionados por fuentes asociadas al proyecto, pero no directamente por éste.

- **Persistencia** (tiempo de permanencia de un impacto, definiciones según REAL DECRETO 1131/1988, de 30 de septiembre, España).

  - **Temporal.** Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

    Los impactos pueden ser de tipo temporal por diversas razones.

    Entre ellas:
    - porque cuando desaparece la acción que lo causa, desaparece el impacto.
    - porque la alteración causada tiende a desaparecer de forma natural paulatinamente.

  - **Permanente**. Aquél que supone una alteración indefinida en tiempo a factores ambientales o socioeconómicos.

- **Reversibilidad** (definición según la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular, sector turismo SEMARNAT).

  - **Reversible**. - 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 y procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

  - **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.

- **Interrelación** (definición según el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

  - **Impacto ambiental acumulativo**: el efecto en el ambiente, que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado, o que están ocurriendo en el presente.

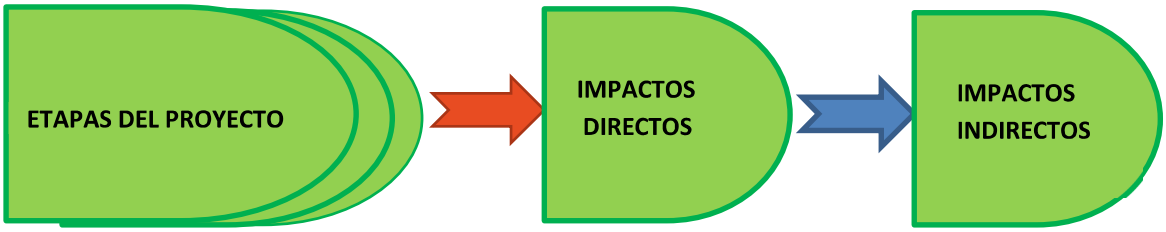
  - **Impacto ambiental sinérgico**: Aquel que se produce cuando el efecto de la presencia simultánea de varias acciones, supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

  - **Impacto ambiental residual:** el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Matriz de Leopold

La matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidireccional: en una dirección se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados por éstas. Así, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Este arreglo se realiza para examinar los factores causales de impactos específicos.

La matriz de Leopold es una metodología que propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos, moderados o no significativos. La valoración cualitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).



Aunque la Matriz de Leopold, engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos, ya que, si bien un impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, en otras puede ser perjudicial si no se proponen las medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas, de aquí que la magnitud de un impacto estará en función de las medidas propuestas.

Para la valoración de los impactos con este método, también se asignaron valores con la descripción de Canter (Cuadro siguiente), asignando el máximo valor negativo (-3) a un impacto que ocasionará el máximo daño posible. Por ejemplo, se le asignará el valor de -3 a la acción del desmonte cuando ésta implique la remoción de la totalidad de la cubierta vegetal del área de estudio; sin embargo, se le

otorgará un valor menor si se elimina sólo una parte de la extensión total de la vegetación del área o sólo los individuos arbustivos del mismo. De esta manera se facilita la identificación de las acciones más complejas en materia de impacto ambiental, para las cuales las medidas de mitigación serán primordiales.

Tabla 6.-Valores de la descripción de Canter para la Matriz de Leopold.

Calificación	**Definición**	**Color**
Adverso severo	Representa un resultado nada deseable ya sea en términos de degradación de la calidad previa del indicador ambiental o de su daño.	-3
Adverso moderado	Representa un resultado negativo ya sea en términos de degradación de la calidad calidad previa del indicador ambiental o un daño a este.	-2
Adverso no significativo	Representa una leve degradación de la calidad previa del indicador ambiental.	-1
Nulo	El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone.	0
Benéfico no significativo	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador.	+1
Benéfico moderado	Representa un resultado positivo ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador desde una perspectiva ambiental.	+2
Benéfico severo	Representa un resultado muy deseable ya sea en términos de mejorar la calidad previa del indicador o de mejorar el indicador.	+3

álisis Check list

Tabla 7.-Análisis del Check list del proyecto "PLAZA ROMEO TULUM".

r Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
as del terreno y	Cambios en las topoformas.		*						*			*		*	*	
	Creación de pendientes o terraplenes inestables que puedan provocar deslizamientos, derrumbes, vuelcos.	*														
	Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo		*						*			*		*	*	
	Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)		*						*			*		*	*	
	Erosión del suelo (hídrica o eólica)		*							*	*		*		*	*
duos sólidos y dos no rosos.	Generación de residuos sólidos en grandes cantidades			*						*		*	*		*	
	Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados			*						*		*	*		*	*
	Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados			*						*		*	*		*	*
	Residuos depositados sobre la vegetación		*							*	*		*		*	
	Almacenaje de residuos			*						*		*	*		*	*
duos peligrosos	Implicará la generación de residuos peligrosos		*							*		*	*		*	*

r Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
	La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos		*							*		*		*	*	*
	Almacenaje de residuos peligrosos		*							*		*	*		*	*
	Contacto de la fauna con residuos peligrosos.	*														
	El contacto humano con residuos peligrosos		*							*	*		*			
	Altos consumos de agua			*					*			*	*		*	
	Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje			*					*			*		*	*	*
	Afectación en la escorrentía superficial			*					*			*		*		*
	Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales			*					*			*	*		*	*
	Afectación del manto freático por extracción del agua del subsuelo.	*														
Clima	Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.		*							*	*		*		*	
	Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros		*							*	*		*		*	
	Afectación al microclima		*						*			*		*	*	*

r Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
tación	Cambio en la abundancia de alguna especie		*						*			*		*	*	
	Cambios en la diversidad biológica del sitio		*						*			*		*	*	
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras		*							*		*		*	*	
	Afectación a especies bajo protección o endemica.		*						*			*		*	*	
	Afectación a especies silvestres de interés comercial	*														
	La pérdida de hábitat	*														
	Fragmentación de ecosistemas	*														
	Cambio en la abundancia de alguna especie		*						*			*		*		*
	Cambios en la diversidad biológica del sitio		*						*			*		*		*
a	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora		*							*	*		*		*	*
	Afectación a especies bajo protección o endémica.		*						*			*		*	*	
	Afectación a especies de interés comercial	*														

r Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
	Afectará la movilidad de la fauna que transite por el predio del proyecto (efecto barrera)		*							*	*		*		*	*
	Creación y colonización de nuevos hábitats		*						*			*		*	*	
	Ocasionará la fragmentación del hábitat específico de alguna especie protegida	*														
	Alterará los usos actuales o previstos del área	*														
del suelo	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.		*						*			*		*	*	
	Provocará un impacto en una superficie bajo protección	*														
	Un movimiento adicional de vehículos		*							*	*		*		*	
sporte y flujo áfico	Impacto significativo sobre los sistemas actuales de transporte	*														
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas		*							*	*		*		*	
	Creación de vias de comunicación	*														
ción de estructura	Planta o sistema de tratamiento de aguas residuales		*							*		*	*		*	
	Planta potabilizadora	*														
	Red de aguas pluviales interna		*							*		*	*		*	

r Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
ación	Alterará la distribución de la población humana	*														
	Alterará el tamaño de la población actual	*														
l Humana	Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)		*							*	*		*			
	Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.	*														
omía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales					*			*			*	*		*	
	Afectará la oferta de empleo						*		*			*	*		*	
	Cambiará el valor del suelo						*		*			*		*	*	
je	Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público	*														
	Creará una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público (encontradicción con el diseño natural o urbano)	*														
	Cambiará la escala visual o el carácter del entorno próximo		*						*			*		*	*	

or Ambiental	Indicador de Impacto	NULO	Signo						Efecto		Temporalidad		Reversibilidad		Interrelaci	
			Adverso			Benéfico										
			No significativo	Moderadamente significativo	Severo	No significativos	Moderadamente significativo	Severo	Directo	Indirecto	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Acumulativo	Sinérgico
	Alterará sitios o construcciones de interés arqueológico o histórico	*														
	Afectará objetos de importancia histórica que no puedan ser redireccionados	*														
ura o historia	Afectará de alguna manera el uso de un sitio con valor cultural-tradicional.	*														
	Afectará la cultura de la región	*														
	Afectarán obras reguladas y protegidas	*														
T A L E S		**23**	**29**	**8**	**0**	**1**	**2**	**0**	**20**	**20**	**10**	**30**	**22**	**18**	**35**	**15**

De acuerdo al análisis realizado en el check list, en donde se expusieron 63 indicadores derivados de los 15 factores ambientales del medio biótico y abiótico que serán afectados por las actividades que se generarán con el desarrollo del proyecto, se tiene que 23 (36.5%) posibles impactos fueron descartados y calificados como nulos, debido a que no tendrán injerencia en el presente proyecto. Por otro, lado se identificaron 37 impactos adversos de los cuales, 29 (46% del total de los impactos) se evaluaron como no significativos debido al giro del proyecto y su ubicación y solo 8 impactos (12.7% del total de impactos analizasdos) como moderadamente significativos, principalmente porque, son considerados como permanentes e irreversibles. Dentro del análisis también surgieron 3 posibles impactos considerados como benéficos, los cuales se evaluaron 2 como no significativos y 1 como moderadamente significativo.

Tabla 8.-. Tipos de impactos detectados en el check list.

Tipo de Impacto	%	Cantidad
Impactos nulos	36.5	23
Impactos adversos no significativos	46.0	29
Impactos adversos moderadamente significativos	12.7	8
Impactos benéficos no significativos	3.2	2
Impactos benéficos moderadamente significativos	1.6	1
TOTAL	100.0	63

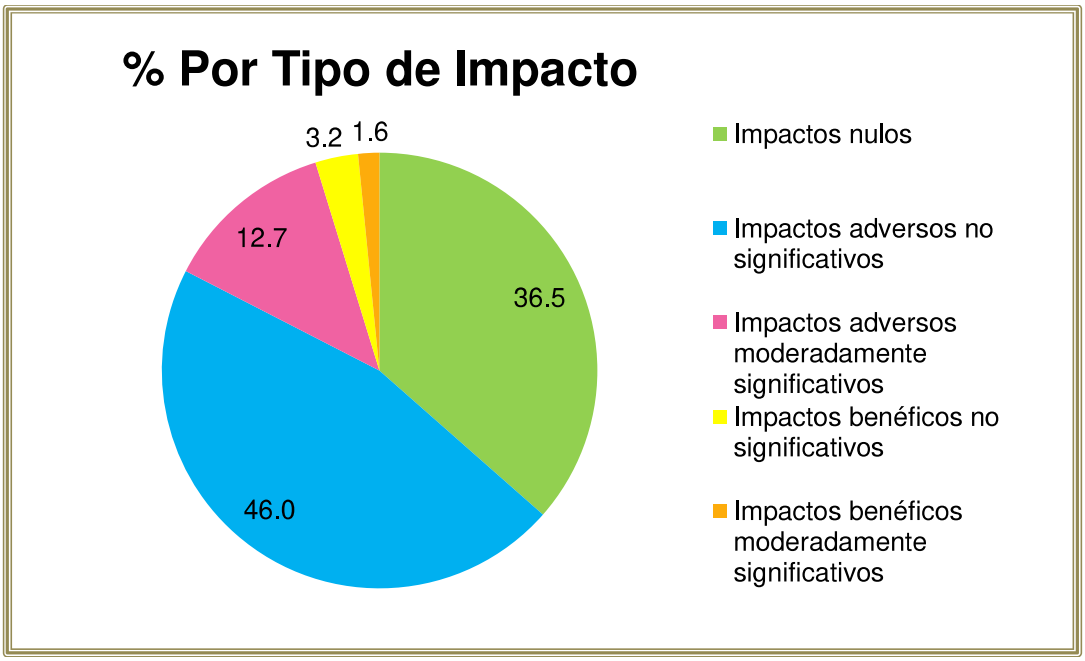


Figura 1.- Porcentaje por tipo de impactos identificados en el análisis mediante el método Check List.

Impactos Nulos

Como podemos ver en la figura anterior, del análisis de impactos potenciales realizado mediante el checklist, se obtuvo que el 36.5% (23) del total de los impactos potenciales (63) a generarse fueron considerarse como nulos (marcados con azul dentro del checklist). Lo anterior, debido a que algunos

de los indicadores analizados no son aplicables para el proyecto.

Durante el estudio se determinó que no se presenta impacto alguno sobre los indicadores de los factores ambientales **población y cultura o historia**.

En lo que respecta al factor población, se considera que no habrá impactos debido a que el proyecto consiste en una plaza comercial no en una residencia, por lo que este tipo de desarrollos no alterará la distribución humana ni el tamaño de la población actual. En cuanto, al factor cultura e historia este descartado, debido a que el proyecto no se desarrollará en sitios arqueológicos o históricos, no cuenta con un valor cultural tradicional y no afectará obras reguladas o protegidas.

Sin embargo, existen algunos indicadores ambientales que fueron calificados como nulos y presentan indicadores dentro del mismo factor que si fueron evaluados como adversos, como son los siguientes:

***Formas del Terreno y suelo*.** No se afectará pendientes o terraplenes debido a que el predio del proyecto presenta una topografía plana, por lo que no se generaran terraplenes elevados que puedan ocasionar este tipo de impacto.

Residuos Peligrosos. Debido a que el predio del proyecto está rodeado de asentamientos humanos y carece de cobertura vegetal uniforme, la fauna de mayor tamaño ha migrado hacia otros sitios y solo transitan algunas especies, pero no permanecen en el predio, por lo que se consideró al indicador contacto de la fauna con residuos peligrosos como nulo.

Agua. Durante la etapa de preparación del sitio e inicios de la etapa de construcción del proyecto, el abastecimiento de agua se hará a través de pipas de agua. Posteriormente, en la etapa de operación se colocará una cisterna en donde se acumulará agua pluvial y el agua proveniente de las pipas, , por lo que en ninguna de las etapas del proyecto será necesario la afectación al manto freático por extracción del agua al subsuelo.

Vegetación. En lo que respecta al factor vegetación, se consideraron como nulos algunos indicadores como son afectación a especies silvestres de interés comercial, la pérdida de hábitat, fragmentación de ecosistemas. Lo anterior, es debido principalmente a que el predio del proyecto carece de cobertura vegetal uniforme, y únicamente se identificaron de manera puntual algunos individuos de flora.

***Fauna*.** Debido a que el predio del proyecto carece de vegetación uniforme (únicamente algunos individuos puntuales) y a los asentamientos humanos que rodean la zona la fauna que se observó en el área de estudio corresponde a fauna transitoria, la cual está acostumbrada a la presencia humana, por lo que algunos indicadores como son cambio afectación a especies de interés comercial y creación y fragmentación del hábitat especifico de alguna especie protegida, fueron calificados como nulos.

Uso del suelo. Debido a que el predio del proyecto carece de vegetación uniforme y se encuentra rodeado de desarrollos, se considera que este no cambiara la vocación del suelo ni impactara una superficie bajo protección.

***Transporte y Flujo de tráfico*.** Se consideró como impacto nulo a la afectación sobre los sistemas actuales de transporte, ya que ya existen desarrollos cercanos al área de estudio.

Creación de Infraestructura. Debido a la ubicación del predio del proyecto y a los servicios que presenta la zona, no se prevé la creación de vías de comunicación ni la instalación de plantas potabilizadoras.

Salud Humana. Debido al giro del proyecto no se aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.

Paisaje. Debido a que el proyecto se encuentra en un área rodeada de desarrollos y a que no presenta vegetación uniforme, se reduce el impacto visual que pueda cambiar una vista escénica o crear una ubicación ofensiva a la vista del público.

Impactos Benéficos

En cuanto a los impactos benéficos se identificaron 3, de los cuales 2 fueron considerados como no significativos y 1 como moderadamente significativo.

Como en la mayoría de los proyectos de desarrollo de infraestructura, estos tienen un impacto positivo en la economía local y regional, ya que se crean empleos directos e indirectos. Debido al giro de proyecto, el mayor beneficio se dará durante la etapa de operación, debido a que será cuando los empleos por la operación de la plaza sean permanentes.

El impacto considerado como moderadamente significativo, se relaciona con el cambio del valor del suelo, debido a la creación de la plaza.

Impactos Adversos

Se detectaron en total 37 impactos adversos durante el análisis del check list, de los cuales 29 fueron calificados como impactos no significativos e involucran factores como formas del terreno y suelo, residuos sólidos y líquidos no peligrosos, residuos peligrosos, aire-clima, vegetación, fauna, uso de suelo, transporte y flujo del tráfico, salud humana y paisaje. Se detectaron 8 impactos considerados como adversos moderadamente significativos el cual fue evaluado en los factores residuos sólidos y líquidos no peligrosos y agua. Cabe señalar que varios de estos impactos, tanto adversos no significativos como moderadamente significativos, son temporales y se puede disminuir su magnitud de afectación, en la medida de lo posible, implementando correctamente las medidas de mitigación, compensación o prevención, propuestas en este mismo documento.

Tabla 9.- Clasificación de los impactos negativos

Factor Ambiental	Adverso	
	No significativo	Moderadamente significativo
Formas del terreno y suelo	4	0
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	1	4
Residuos peligrosos	4	0
Agua	0	4
Aire/Clima	3	0
Vegetación	4	0
Fauna	6	0

Factor Ambiental	Adverso	
	No significativo	Moderadamente significativo
Usos del suelo	1	0
Transporte y flujo de tráfico	2	0
Creación de Infraestructura	2	0
Salud Humana	1	0
Paisaje	1	0
T O T A L E S	29	8

Efecto

Sobre el efecto de los impactos, el análisis demostró que el 45.95% de los impactos potenciales se generarán de forma directa por el desarrollo del proyecto **"PLAZA ROMEO TULUM"**, e involucran actividades relacionadas con excavaciones y las modificaciones permanentes que implica la construcción del proyecto. El proyecto ocasionará de forma directa cambios en la forma del terreno, perdida de la capa fértil del suelo, cambios en los índices de absorción y a la escorrentía superficial del agua, cambios en el microclima, cambios en la biodiversidad y abundancia de flora del sitio y cambios en la escala visual del entorno. Para la etapa de operación, aumentará significativamente el consumo del recurso agua y se verterán las aguas residuales en un sistema de tratamiento de aguas residuales interno.

Es importante señalar que los impactos valorados como indirectos tienen especial relevancia debido a que corresponden a eventos potenciales de erosión del suelo, contaminación de suelo y agua por residuos peligrosos y no peligrosos, generación y almacenaje de residuos sólidos y líquidos no peligrosos, calidad del aire, niveles que pueden pasar desapercibidos al momento del desarrollo del proyecto, así como la generación y almacenaje de residuos peligrosos que podrían ocasionar impactos severos si no se aplicarán las medidas de prevención y mitigación del proyecto.

Persistencia

En lo que se refiere a la persistencia de los impactos adversos, se tiene que 27 (72.97%) impactos se calificaron como permanentes y 10 (27.03%) como temporales. Los impactos permanentes son todos los relacionados con los cambios en la forma de terreno, perdida de suelo, generación y almacenaje de residuos sólidos y líquidos no peligrosos y peligrosos, contaminación del suelo y el agua por residuos peligrosos y no peligrosos, cambios en el microclima, aumento en el consumo de agua, cambios en los índices de infiltración, afectación a la escorrentía superficial, cambios en la abundancia y biodiversidad de flora y fauna del sitio (aunque solo existen individuos aislados dentro del predio), el impacto que se tendrá en una superficie de gran tamaño y cambio del panorama del sitio, principalmente. Mientras que los impactos temporales están más relacionados con indicadores como son erosión del suelo, residuos depositados sobre la vegetación, contacto humano con residuos, este como resultado de la presencia de personas y maquinaria en el predio del proyecto; cambios en la calidad del aire en el área por suspensión de polvo y contaminantes, debido principalmente al manejo de maquinaria y equipo durante las primeras etapas del proyecto. Otros indicadores que serán afectados temporalmente son los relacionados con propiciar condiciones para el establecimiento de fauna nociva, afectación de la movilidad de la fauna que transite por el predio, movimiento adicional de vehículos y la exposición de personas a riesgos potenciales para su seguridad.

Reversibilidad

De los 37 impactos adversos potenciales identificados, 20 se evaluaron como reversibles, mientras que 17 fueron considerados como irreversibles. Estos últimos impactos, repercutieron principalmente en los cambios en las formas del terreno, cambios en las, perdida de capa mineral del suelo, debido principalmente a los trabajos como excavaciones y sembrado de pilotes; otros indicadores que tendrán impactos irreversibles son contaminación del suelo y manto freático por residuos peligrosos, cambio en el microclima, cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje natural, afectación a la escorrentía superficial, cambios en la abundancia y biodiversidad en la flora del sitio (aunque solo existen individuos aislados dentro del predio), afectación a especies bajo protección, cambio en la escala visual, etc.

Los impactos considerados como reversibles recayeron sobre indicadores como son la erosión del suelo, generación y almacenaje de residuos peligrosos y no peligrosos, residuos depositados sobre la vegetación, contaminación de suelo y agua por lixiviados de residuos no peligrosos, altos consumo de agua, vertidos a un sistema privado de aguas residuales, cambios en la calidad del aire, la propiciación de condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora, principalmente.

Interrelación

En cuanto a la interrelación de los impactos se refiere, 32 impactos adversos fueron considerados como acumulativos, ya que la zona donde se localiza el proyecto ha sido afectada por actividades antropogénicas, derivado de ello, algunos factores ambientales como por ejemplo: la vegetación han sido modificados completamente en su estructura, abundancia o diversidad, de tal manera que los impactos generados tiempo atrás en el sistema ambiental del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* se sumarán a los impactos que ocasionará el desarrollo, pudiendo reflejarse como acumulativos y/o sinérgicos.

En lo que se refiere a los impactos sinérgicos, 15 se calificaron dentro de esta categoría, mismos que se relacionan con erosión del suelo, cambios en el microclima, contaminación del suelo y agua por residuos sólidos y peligrosos, almacenaje de residuos, cambios en los índices de absorción o pautas del drenaje, entre otras.

Impactos residuales

Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, también se identificaron los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberá aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto se va a desarrollar hasta concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Entre los impactos residuales irrecuperables tenemos:

1. Cambios en la forma del terreno
2. Efectos que impidan determinados usos del área
3. Cambios en las características fisicoquímicas del suelo
4. Perdida de la capa vegetal y mineral
5. Cambios en el microclima
6. Cambios en los índices de infiltración o pautas de drenaje
7. Afectación a la escorrentía superficial
8. Cambios en la biodiversidad de flora del sitio
9. Cambio en la abundancia de flora del sitio.

triz de Leopold

Tabla 10.- Análisis de la Matriz de Leopold

Factor Ambiental	**Indicadores de Impacto**	**ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO**					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**						**ETAPA DE OPERACION**		
	Adverso severo / Adverso moderado / Adverso no significativo / Nulo / Benéfico no significativo / Benéfico moderado / Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles,	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
Formas del terreno y suelo	Cambios en las topoformas.														
	Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo														
	Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral)														
	Erosión del suelo (hídrica o eólica)														
Residuos sólidos y líquidos no peligrosos.	Generación de residuos sólidos en grandes cantidades														
	Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados														

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						ETAPA DE OPERACION		
	Adverso severo / Adverso moderado / Adverso no significativo / Nulo / Benéfico no significativo / Benéfico moderado / Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles,	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
	Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados														
	Residuos depositados sobre la vegetación														
	Almacenaje de residuos														
Residuos peligrosos	Implicará la generación de residuos peligrosos														
	La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos														
	Almacenaje de residuos peligrosos														
	El contacto humano con residuos peligrosos														
Agua	Altos consumos de agua														
	Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje														

Factor Ambiental	**Indicadores de Impacto**	**ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO**					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**						**ETAPA DE OPERACION**		
	Adverso severo Adverso moderado Adverso no significativo Nulo Benéfico no significativo Benéfico moderado Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, [illegible])	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
	Afectación en la escorrentía superficial														
	Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales														
Aire/Clima	Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO2 y otras partículas.														
	Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros														
	Afectación al microclima														
Vegetación	Cambio en la abundancia de alguna especie														
	Cambios en la diversidad biológica del sitio														

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						ETAPA DE OPERACION		
	Adverso severo / Adverso moderado / Adverso no significativo / Nulo / Benéfico no significativo / Benéfico moderado / Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, [illegible])	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
	Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas o invasoras.														
	Afectación a especies bajo protección o endemica.														
Fauna	Cambio en la abundancia de alguna especie														
	Cambios en la diversidad biológica del sitio														
	Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora														
	Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera)														
	Creación y colonización de nuevos hábitats														
Usos del suelo	Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.														

Factor Ambiental	**Indicadores de Impacto**	**ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO**					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**						**ETAPA DE OPERACION**		
	Adverso severo Adverso moderado Adverso no significativo Nulo Benéfico no significativo Benéfico moderado Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles,	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
Transporte y flujo de tráfico	Un movimiento adicional de vehículos														
	Un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados o bicicletas														
Creación de infraestructura	Planta o sistema de tratamiento de aguas residuales														
	Red de aguas pluviales interna														
Salud Humana	Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.)														
Economía	Tendrá un efecto sobre las condiciones económicas locales o regionales														
	Afectará la oferta de empleo														

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						ETAPA DE OPERACION		
	Adverso severo / Adverso moderado / Adverso no significativo / Nulo / Benéfico no significativo / Benéfico moderado / Benéfico severo	Contratación y tránsito de personal.	Levantamiento topográfico.	Remoción puntual de algunos individuos de flora.	Instalación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles,	Operación de maquinaria y equipo	Contratación y tránsito de personal.	Operación de obras provisionales (almacenes, sanitarios portátiles, etc.).	Operación de la maquinaria y equipo de construcción	Excavaciones y sembrado de pilotes.	Construcción de la plaza, bodega, cuartos de máquinas, humedal y camino de acceso.	Trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados.	Contratación y tránsito de personal.	Operación y mantenimiento de la plaza comercial.	Presencia de visitantes y personal.
	Cambiará el valor del suelo														
Paisaje	Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo.														

Principales Impactos Generados por Etapa

Etapa de Preparación del Sitio

La preparación del sitio es la etapa en donde los impactos que se generan son más radicales, debido a que se realizan actividades como el desmonte y despalme del proyecto, sin embargo, en el caso particular del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* el predio carece de vegetación uniforme, por lo que solo se pueden observar algunos individuos aislados tal como lo indica el siguiente cuadro.

Tabla 11.- Individuos aislados de vegetación en pie.

Total de Individuos	Familia	Nombre común	Especie
1	Polygonaceae	Boob	*Coccoloba spicata* Lundell
5	Combretaceae	Almendro malabar	*Terminalia catappa*
10	Arecaceae	Palma chit	*Thrinax radiata Lood.* ex J.A. & J.H. Schutt.
12		Cocotero	*Cocos nucifera L.*

Como podemos ver en el cuadro anterior, únicamente se presenta individuos aislados de flora. Sin embargo, a la fecha no se presenta una cobertura vegetal uniforme solo los individuos de flora aislados (enlistados en el cuadro anterior), por lo que se considera que los impactos que se darán sobre este factor serán no significativos. No se omite mencionar, que debido a que se encontraron individuos de flora enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del predio del proyecto (Thrinax radiata), el promovente diseño las obras tomando en cuenta la ubicación de cada individuo de palma chit, para que estos no fueran afectados por el desarrollo del proyecto, y se integraran a las áreas ajardinadas o conservadas de este.

El diseño del proyecto plantea utilizar una superficie de 342.54 metros cuadrados en las cuales se desplantará la plaza comercial de dos niveles y con una altura máxima de 9.3 metros, bodegas, cuarto de máquinas, humedal y camino de acceso (21.76% de la superficie total del predio (1574.49 metros cuadrados)). La superficie del predio restante (1208.08 metros cuadrados) a excepción del camino costero, se mantendrá como área conservada, en donde permanecerán en pie principalmente los ejemplares de palma chit.

Algunas de las actividades que se realizaran en esta etapa son el levantamiento topográfico y la delimitación física de las áreas en donde se desplantaran las obras del proyecto (plaza, bodega, cuarto de máquina, humedal, camino de acceso y áreas ajardinadas).

Otras de las actividades que se llevaran a cabo en la preparación del sitio, son la inducción ambiental a los trabajadores, remoción puntual de algunos individuos de flora e iniciaran con la instalación de obras provisionales.

Debido a las condiciones del área de estudio, las actividades que se realicen durante esta etapa inciden durante corto tiempo, y son considerados como impactos no significativos; sin embargo, debido al tipo de afectación en su gran mayoría son considerados como irreversibles.

Entre los impactos adversos de carácter temporal que se generaran, son los derivados del uso de maquinaria pesada y equipo, ya que este implica la producción de residuos peligrosos, así como también de la generación de partículas polvo, gases, aceites quemados, etc. En esta etapa la presencia de personal provocara impactos como son la generación de residuos sólidos, generación de aguas residuales provenientes de los baños, mal manejo de residuos sólidos por falta de inducción ambiental, exposición del personal a riesgos potenciales para su seguridad, por lo que en el siguiente capítulo (capítulo VI) de este documento se propondrán una serie de medidas para mitigar estos impactos.

Etapa de Construcción

En esta etapa se generarán una serie de impactos adversos irreversibles derivados de actividades como son las excavaciones y colocación de pilotes prefabricados, y la construcción de las obras del proyecto. Entre las principales consecuencias de estas actividades están, la pérdida del suelo, la alteración de los patrones de escurrimiento superficial e índices de absorción o pautas de drenaje del suelo, impactos que fueron evaluados como permanentes.

La mayoría de los impactos adversos no significativos en esta etapa están relacionados con la operación de la maquinaria y equipo de construcción, presencia de trabajadores, la operación de obras provisionales y la construcción de las obras del proyecto, por lo que se generan una gran cantidad de impactos en su mayoría de carácter temporal como son la generación de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos, la contaminación del suelo y manto freático por mal manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, aumento en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, cambios en la calidad del aire por la operación de maquinaria, levantamiento de polvo y otras partículas, principalmente . Asimismo, el propio movimiento de personal representa un riesgo, ya que, si no se realizan las pláticas de inducción ambiental adecuadas, los trabajadores, especialmente los obreros, tienden a invadir las áreas aledañas como es el área de playa u otros sitios en busca de sombra para la toma de alimentos, por lo que tienden a usar estas áreas como basurero, o inclusive para realizar sus necesidades fisiológicas (defecación y micción).

Otras de las actividades que se realizaran en esta etapa son los trabajos de enriquecimiento de las áreas ajardinadas, con plantas provenientes de viveros autorizados, así como también, el retiro de algunas especies de flora consideradas como invasoras. Dichas actividades son consideradas como benéficas y permiten mantener los índices de absorción de aguas pluviales al subsuelo, con lo cual se garantiza la recarga del manto acuífero.

Etapa de Operación

A medida que avanza el desarrollo de un proyecto, los impactos generados disminuyen, de tal manera que en la etapa de operación los impactos adversos son menores que en la etapa anterior. Sin embargo, se presentan algunos impactos catalogados como permanentes y moderadamente significativas; entre dichos impactos están el aumento en el consumo del recurso agua para la operación de la plaza comercial, la generación y almacenaje de residuos no peligrosos y peligrosos, la cual será constante por la operación de la plaza, del cuarto de máquinas, de la planta de tratamiento y por el mantenimiento de la plaza, y la generación de residuos líquidos provenientes de los sanitarios y cocina.

La presencia de visitantes y empleados conlleva a la generación de residuos sólidos y líquidos, peligrosos y no peligrosos, por lo que en caso de no establecerse medidas para el manejo adecuado de residuos se puede ocasionar la contaminación del suelo y por su cercanía al mar al manto freático y playa.

Conclusiones

Derivado del análisis de los resultados obtenidos, se determinó que los impactos más relevantes que podrían presentarse durante las actividades correspondientes a las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, son principalmente ***la pérdida de la capa mineral, erosión del suelo, cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje, afectación en la escorrentía superficial, aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros, afectación al microclima, cambios en la abundancia y diversidad biológica de una o varias especies de flora y fauna, y la afectación de la movilidad de la fauna (efecto barrera).***

Lo anterior se determinó debido a que las principales actividades en la etapa de preparación del sitio y construcción, generan la gran mayoría de los impactos directos, permanentes, irreversibles, acumulativo y sinérgico dentro del área, sin embargo, debido a la ubicación, características y al uso de suelo determinado para el sitio del proyecto, se determinó que se cuentan con ciertas ventajas que hacen aceptable su desarrollo (Ver cuadro siguiente).

Tabla 12.-Ventajas del desarrollo del proyecto "Plaza Romeo Tulum"

1. El predio del proyecto "PLAZA ROMEO TULUM" se encuentra regulado por Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial Corredor Cancún-Tulum y se localiza en la UGA Ff-3 con uso predominante de flora y fauna, y la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marca el predio del proyecto como Asentamientos humanos (AH).
2. En el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto "PLAZA ROMEO TULUM" existen las condiciones propicias de logística que requiere un proyecto de esta naturaleza, al encontrar la infraestructura para dotar de inmediato de servicios al proyecto como es la energía eléctrica y los caminos de acceso al predio, la cual se encuentra disponible debido a que esta zona tiene un uso de suelo según la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marcado como Asentamientos humanos (AH).
3. De acuerdo con lo establecido en la LGEEPA en relación a la regulación ambiental de los asentamientos humanos, el trazo de la zona urbana se realiza para reducir las tendencias a los asentamientos irregulares y por lo tanto para evitar la afectación de áreas con alto valor ambiental. De ahí que el predio del proyecto esté alineado con estos criterios ya que el uso del predio está destinado a asentamientos humanos.
4. El predio se encuentra inmerso en una zona de crecimiento que ya presenta desarrollos a sus alrededores, ya que a lo largo del camino costero se pueden observar cabañas, hoteles, áreas comerciales y restaurantes, de tal manera que el proyecto se integraría con la tendencia de crecimiento de la zona y por lo tanto puede decirse que ya existe una fragmentación del ecosistema. Además de lo anterior, se destaca que la región, como todo el resto del estado de Quintana Roo, está en una zona de impacto de Huracán de tal manera que la historia reciente indica que dos fenómenos de gran magnitud han influenciado sensiblemente las condiciones de vegetación en la zona, el huracán Gilberto (1988) y el Huracán Wilma (2005), por lo que la vegetación del pedio del proyecto se encuentra parcialmente deteriorada derivado de los procesos naturales y antropogénicos de la zona.
5. Realizar este tipo de desarrollos dentro de una zona destinada a asentamientos humanos, reducirá la presión en las áreas forestales y el riesgo de fragmentación de otras áreas con mayor valor ecológico.
6. El predio del proyecto pretende dejar una superficie de áreas permeables correspondiente a 1362.59 metros cuadrados, con el fin de permitir que el área mantenga o varié muy poco muy su capacidad de recarga al acuífero. Además, algunas de las obras se realizarán de forma pilotada.

Llevando a cabo el análisis de cada una de las ventajas presentadas en el cuadro anterior, podemos determinar que el ecosistema donde se encuentra el proyecto está previsto para el crecimiento de asentamientos humanos y sus obras complementarias, por lo que la construcción de la plaza no interviene con el uso del suelo actual.De cierta manera es un área que ha sido afectada tanto por efectos naturales como antropogénicos, por lo que el escenario de no hacer proyecto versus realizar el proyecto propuesto, no garantiza la recuperación de las condiciones originales del predio, debido al constante crecimiento de la zona. Por lo tanto, aunque la inserción del proyecto en la zona traiga consigo impactos relevantes, se implementaran medidas de compensación y mitigación adecuadas, las cuales garanticen que no se comprometerá la biodiversidad de la zona, no disminuirá la captación de agua para recarga del acuífero, no se provocará erosión de los suelos, entre otras. De esta manera, el proyecto se inserta en una dinámica de crecimiento prevista, considerando para ello, las afectaciones a nivel puntual y de sistema ambiental, y las medidas de prevención, compensación y mitigación que podrían adoptarse.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

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

VI.1.1 Medidas Generales 1

V.1.2 Medidas de prevención y mitigación 5

Etapa de preparación del sitio y construcción 5

Operación (Presencia de Visitantes y personal) y Mantenimiento de la Plaza 7

V.1.3 Medidas específicas por factor ambiental afectado 11

Formas del Terreno y Suelo. 11

Aire/Clima 12

Agua 13

Vegetación 17

Usos de suelo 20

Salud Humana 20

Transporte y flujo de tráfico 21

Paisaje 21

VI.2. Impactos residuales. 22

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

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio así como el sistema ambiental, con base en el trabajo de campo, y al conocimiento específico de acuerdo a los factores ambientales destacados en el capítulo anterior, se analizó el impacto de las actividades que se desarrollarán en el predio del proyecto, bajo lo cual se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser prevenidas o mitigadas de acuerdo sea el caso, si se toman las siguientes disposiciones:

- *Medidas generales* aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
- *Aplicación de medidas de prevención y mitigación* para cada uno de los factores ambientales que presentaron impactos adversos descritos en el capítulo V.
- *Aplicación de medidas de compensación* para darle un valor agregado al proyecto.
- *Propuestas de medidas a aplicarse* que sean técnica y económicamente viables.

VI.1.1 Medidas Generales

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa del desarrollo, principalmente para las etapas de preparación y construcción, como el empleo de la mano de obra, así como la adquisición y almacenamiento de materiales, generación de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos, por lo que se incluyen aquí las medidas para regular estas actividades:

Medidas de Prevención y Mitigación para los Impactos Potenciales Generados por la Contratación y Tránsito de Personal en el Proyecto.

Al realizar el análisis de los impactos, la contratación de mano de obra generalmente se considera un impacto positivo, ya que genera empleos directa e indirectamente, sin embargo, esto también trae consigo la generación de impactos negativos durante las diferentes etapas del proyecto.

Entre las afectaciones al entorno por la presencia del personal en el área del proyecto podemos mencionar la generación de residuos sólidos y líquidos, que trae consigo otro tipo de impactos como es la contaminación del suelo y manto freático, el tránsito de personas por zonas de importancia ecológica fuera del predio del proyecto, mal manejo de los baños portátiles, entre otras. Los impactos mencionados anteriormente se presentarán si no se dan los cursos de inducción ambiental apropiada, para cada uno de los grupos que laboren en el proyecto.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, se contrata mano de obra de otros estados (p. ej. Yucatán, Chiapas y Tabasco), sin embargo, para el presente proyecto se pretende contratar a gente que resida en el estado. Muchos de los trabajadores cuentan con un nivel de educación mínimo, lo cual ocasiona una serie de impactos como los que se mencionan a continuación:

- Obras con una gran cantidad de residuos sólidos dispersos dentro y fuera de las áreas de aprovechamiento, dando mal aspecto y ocasionando la proliferación de fauna nociva para la fauna nativa.
- Mínimo o nulo uso de los baños de obra para la defecación y micción, por la falta de limpieza, provocando además de malos olores, el uso de las áreas en obra o de conservación para realizar sus necesidades fisiológicas.
- Afectaciones a la fauna, por la costumbre de cazar especies comestibles que pudieran transitar por el predio del proyecto; lo anterior, por la falta de cultura acerca de no dañar a los animales, por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas, y por el tránsito de vehículo en altas velocidades dentro del área del proyecto.
- Afectaciones a la flora, por falta de información sobre su manejo.

Los impactos mencionados anteriormente, son generados principalmente en la etapa de preparación y construcción del proyecto, por lo que es necesario aplicar medidas generales de prevención y mitigación que los disminuyan al mínimo. Para mitigar estos impactos, la educación ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas. El inducir ambientalmente al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños de obra y contenedores de residuos), así como el cuidado y respeto de la flora y la fauna, nos permitirá conservar en buen estado los recursos naturales del predio y evitar impactos por malas prácticas.

Así mismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo como son baños portátiles, almacenes de residuos, contenedores de residuos, etc., por parte de los encargados de supervisar su correcto manejo y funcionamiento, promueve el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como, la contaminación del manto freático, así como para el mismo personal que labore en la obra, por lo que para evitar que esto suceda se proponen las siguientes medidas:

1. *Sensibilización Ambiental de los Trabajadores*

Las actividades de sensibilización ambiental son fundamentales para que el predio del proyecto y sus alrededores se mantenga en buenas condiciones de limpieza, se eviten accidentes que puedan generar daños ambientales, sobre todo durante las etapas de preparación y construcción, que son las de menor vigilancia. Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de manera que sea de fácil comprensión.

Medidas de prevención y mitigación:

Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra.

Los letreros, dependiendo de su tipo y de las condiciones del predio del proyecto, exhibirán anuncios como los siguientes:

- Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, velocidad máxima permitida, caminos, límites del predio, ubicación de contenedores de basura, utilización de sanitarios

portátiles, cruces de fauna, entre otros.

-
- Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas de flora y fauna, no encender fogatas. Recordarán el no depositar desechos sólidos o líquidos de cualquier área no destinada para esto dentro y fuera del predio del proyecto, especificarán el tipo de basura que se depositará en cada uno de los contenedores, así como las restricciones de acceso a las áreas que mantendrá el proyecto como conservación, etc.

- Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, almacenes), las especies de animales que se pueden encontrar dentro del predio, plantas nativas y sus características.

Figura 1. Ejemplo de contenedores de residuos en la etapa de construcción.

- Implementar un programa de pláticas de inducción ambiental durante cada una de las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal y minimizar la afectación que se dará por su presencia en el área del proyecto.

Entre los temas incluidos en las pláticas estarán:

- La importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo como son los sanitarios portátiles, contenedores de residuos sólidos, almacenes de residuos, etc.
- Acerca de que queda prohibido el uso de cualquier área dentro y fuera del proyecto como baños.
- La importancia de las especies de flora y fauna que están presentes en la obra, y acerca de las prohibiciones en cuanto a captura, extracción, caza de especies de fauna que transiten por el predio del proyecto.
- Que no se les está permitido interferir en el libre paso de la fauna por el predio del proyecto.
- Que deberán avisar al encargado ambiental en caso de detectar alguna especie de fauna que se encuentre lesionada y por lo tanto no pueda moverse por sí sola.
- Se les informará acerca de los límites de velocidad en los caminos que lleven al predio.
- Como llevar a cabo el correcto uso de los contenedores de residuos colocados dentro del área del proyecto.

- Se les informara que queda prohibido depositar residuos sólidos urbanos o de construcción en el área de aprovechamiento del proyecto o dentro de las áreas ajardinadas.
- Dar aviso al encargado ambiental de ser detectada una fuga de diésel o aceite quemado, de alguna maquinaria o equipo que se encuentren dentro del área del proyecto.
- Comer únicamente en las áreas destinadas para comedor.
- No introducir alimentos a las áreas del proyecto.

2. *Buen manejo durante el traslado y acopio de materiales de construcción*

Esta actividad se realiza principalmente en la etapa de preparación y construcción del proyecto, en actividades como es el traslado y acopio de material pétreo para los trabajos de relleno y levantamiento de infraestructura, por lo que se incluyen algunas medidas de prevención y mitigación derivados de esta actividad.

Medidas de prevención y mitigación

- Todos los materiales pétreos (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) que se requieran para la obra serán adquiridos en casas comerciales y/o bancos de materiales autorizados.
- El transporte de los materiales pétreos se realizará en camiones cubiertos con lonas y con el material humedecido, para disminuir en la medida de lo posible la dispersión de partículas de polvo.
- Los materiales pétreos que se almacenen dentro del predio del proyecto se mantendrán húmedos.
- Los materiales de construcción deberán ser almacenados en bodegas temporales, que cuenten con piso de cemento, techo y permanecerá debidamente cerrado y señalizados.
- Las bodegas deberán ubicarse en sitios dentro del área de desplante y contar con letrero de identificación.
- La promovente mantendrá en su resguardo dentro del predio del proyecto, copia de los recibos de la adquisición del material pétreo en centros autorizados.
- Deberá llevar bitácora de entrada y salida de camiones que transportan material pétreo.

3. *Manejo adecuado de residuos sólidos*

Como parte de las obras de apoyo se instalará una bodega para el resguardo de equipo y materiales, y un área específica para la toma de los alimentos; no será necesaria la instalación de cocina, ya que habrá los trabajadores llevarán su alimento diariamente o consumirán en sitios cercanos al predio del proyecto. Los trabajadores solamente podrán comer en el área asignada dentro del predio para que tomen sus alimentos.

Además, en la etapa de preparación del sitio se instalarán contendores para la captación de residuos sólidos y baños portátiles, a razón de uno por cada 15 trabajadores.

En el predio del proyecto no se establecerán campamentos, ya que el área de estudio se encuentra dentro de una zona con asentamientos humanos y los trabajadores provendrán de lugares cercanos.

En la etapa de preparación del sitio se generarán residuos provenientes del consumo de alimentos de los trabajadores, tales como trastes de unicel y diferentes tipos de utensilios de plástico. En cuanto a

los residuos líquidos que se generarán serán principalmente los generados en los baños portátiles (orina y heces fecales); para el manejo de éste tipo de residuos se instalarán sanitarios portátiles. En lo que respecta a los residuos de material vegetal, estos serán mínimos ya que el predio del proyecto carece de cobertura vegetal uniforme, y solo serán retirados de forma puntual algunos individuos de flora.

Para la etapa de construcción la generación de residuos sólidos aumentará debido al aumento del personal en obra y por la operación de las obras provisionales. Esta etapa se generará la mayor cantidad de residuos de construcción producidos por el desarrollo de la plaza y obras complementarias. Los residuos líquidos en esta etapa serán los provenientes de los sanitarios portátiles que serán colocados dentro de la obra para el uso de los trabajadores.

Durante la etapa de operación la generación de residuos sólidos urbanos se dará de manera constante por el funcionamiento de la plaza, la presencia de visitantes y personal. Sin embargo, tomando en cuenta que la zona está en crecimiento constante, se considera que este tipo de impactos pueden ser mitigados con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras, según sea el caso.

Las aguas residuales generadas serán conducidas por una red sanitaria interna a la planta de tratamiento del proyecto, para posteriormente conducir el agua tratada al humedal; posteriormente, se verificará la calidad del agua antes de ser inyectada al subsuelo.

V.1.2 Medidas de prevención y mitigación

Etapa de preparación del sitio y construcción

- Como parte del programa de Capacitación Ambiental, se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos y el uso correcto de los contenedores que se coloquen para su acopio.
- Se colocarán contenedores de HDPE, para la captación de residuos sólidos organices e inorgánicos.
- Durante las tres etapas del proyecto se colocarán suficientes contenedores para residuos sólidos los cuales deberán estar rotulados con gráfico y texto, que señale el tipo desecho que se deposita en él, con el fin de fomentar una cultura de separación de residuos.
- Los contenedores de residuos contarán con tapa y bolsa, y serán distribuidos de forma estratégica dentro de la obra; lo anterior, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los trabajadores.
- La ingesta de alimentos se

Figura 2. Ejemplo de contenedores de residuos en la etapa de construcción.

llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse y separarse en los contenedores correspondientes.

- Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área del proyecto, por la persona encargada de proporcionarles alimento.
- Dentro de la obra se destinarán sitios para el acopio de los diferentes tipos de residuos generados, con el fin de evitar su dispersión y la contaminación de sitios cercanos al predio. Dichos sitios deben estar identificados con letreros de señalización, y contarán por lo menos con 2 módulos en donde se coloquen los residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos.
- Antes de finalizar la jornada de trabajo se llevará a cabo una brigada de limpieza, para recolectar los desechos que pudieron quedar dispersos en la obra y moverse a otras áreas fuera del predio del proyecto, como es la zona de playa cercana.
- Durante las brigadas de limpieza, los encargados de esta actividad verificaran que no haya movimiento de residuos fuera del área del proyecto, sobre todo hacia el área de playa, que, aunque no colinda con el predio, por efectos del viento podría haber movimiento de residuos si no se recolectan correctamente.
- Para disminuir la dispersión de los residuos y evitar la proliferación de fauna nociva, al final de la jornada los residuos serán transportados a los centros de acopio temporales del proyecto y serán retirados como máximo cada tercer día, por el encargado de la obra.
- No se permitirá acumular escombros o material pétreo dentro del área del proyecto o zonas aledañas.
- La capa mineral será colectada para ser llevada al centro de acopio, para posteriormente ser usada dentro de las áreas ajardinadas y de conservación para enriquecerlas.
- Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de residuos.
- En donde sea necesario, el promovente delimitara con malla perimetral con cubierta plástica el predio del proyecto, esto con el fin de evitar el tránsito de personal a otras áreas como la zona de playa cercana al predio y el depósito de residuos de forma inadecuada en las áreas fuera del predio del proyecto.
- Se colocarán letreros que induzcan al buen manejo de los residuos, en la periferia del proyecto.
- Durante la etapa de construcción y operación los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio, alambrón y demás) se separarán y serán canalizados a empresas encargadas de estos tipos de residuos.

Figura 3. Ejemplo de área de acopio temporal de residuos.

- Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos.

Figura 4. Ejemplo de separación de residuos valorizables.

- Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresas recolectoras de residuos.
- Se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, mismos que deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga fácil acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando.
- Se colocarán letreros que indiquen el área donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles.
- Se llevarán bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua.
- Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas grises y se verificará que la empresa contratada cuente con autorización vigente para realizar dicha actividad, y por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de dichos residuos.
- Se sancionará a toda persona que sea sorprendida defecando al aire libre, tirando basura fuera de los contenedores o realizando cualquier otra actividad que afecte al ambiente.

Figura 5. Ejemplo de sanitarios portátiles propuestos.

Operación (Presencia de Visitantes y personal) y Mantenimiento de la Plaza.

Residuos Sólidos

- El manejo y disposición de residuos generados durante la operación del proyecto, serán a cargo de la empresa promovente.
- Se equipará la plaza y obras complementarias con contenedores para la captación y buen manejo de los residuos sólidos urbanos generados por la operación de la plaza.
- Los contenedores se colocarán en sitios estratégicos que permitan al personal y clientes acceder fácilmente a ellos y estarán debidamente señalados.
- Los contenedores colocados permitirán la clasificación de los residuos desde la fuente, es decir, los residuos se separarán de acuerdo a su naturaleza en contenedores rotulados, esto con la finalidad de valorizar los residuos reciclables como son PET, aluminio, PEAD, cartón y papel.
- Se establecerán estrategias para la separación de residuos, los cuales serán enviados a centros de acopios autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, el resto de los residuos integrados por los residuos sanitarios, orgánicos y aquellos que no sean valorizables serán entregados a los servicios municipales encargados de estas actividades.
- De ser necesario se colocarán cuartos fríos para la acumulación de residuos orgánicos del

restaurante de la plaza.

- Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza.

✓ Residuos orgánicos (restos de comida, material vegetal, papel, cartón). De acuerdo al giro proyecto y de su infraestructura, el promovente podría realizar el compostaje de los residuos orgánicos.

✓ Residuos inorgánicos (Plástico, madera, metal). Los residuos sólidos susceptibles de ser reciclados, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje.

- Reducir la cantidad de residuos a través de una campaña para el reuso, reciclado y reducción de residuos de la plaza.

Residuos Líquidos

- Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales (aguas jabonosas y aguas negras) provenientes de los baños, cocina y demás instalaciones de la plaza, las cuales serán dirigidas mediante una red interna a la planta de tratamiento que se instalara en el cuarto de maquina dentro del predio del proyecto; posteriormente, las aguas tratadas serán direccionadas al humedal artificial que se colocara dentro del predio, para posteriormente integrarse al subsuelo.
- La promovente se encargará de solicitar la concesión de los pozos de absorción de aguas tratadas.
- Se llevará a cabo de forma periódica el análisis de aguas tratadas resultantes de la planta de tratamiento y del humedal artificial.
- Los lodos que pudieran ser producidos en la planta de tratamiento, serán retirados de manera periódica por una empresa debidamente autorizada.
- El personal encargado del mantenimiento de la plaza, llevara a cabo una bitácora de servicio y recolección de lodos generados por la planta de tratamiento.
- Dentro de la bitácora se llevará el registro del resultado de los análisis fisicoquímicos que se realicen a las aguas tratadas que se generaran por el proyecto.

Generación de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos que se generarán en la etapa de preparación de sitio y construcción, son los derivados del empleo de la maquinaria y equipo, debido a que pueden ocurrir fugas accidentales de aceite quemado o gasolina, para lo cual se tiene que contar con un procedimiento para evitar la contaminación del suelo, manto freático, flora y fauna. Otro tipo de residuos peligrosos que podrían generarse son principalmente por el uso de pinturas, solventes, adhesivos y demás materiales de construcción con alguna característica CRETIB (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológicos infecciosos) que los vuelve peligrosos.

En cuanto a la etapa de operación, se generarán residuos peligrosos producto de la operación y mantenimiento de la plaza y obras complementarias, como es el cuarto de máquinas y la planta de tratamiento, por lo que para promover un manejo adecuado de estos se implementarán las siguientes medidas:

Medidas de prevención y mitigación:

- Se llevarán a cabo pláticas de inducción ambiental en donde se oriente al personal en obra en cuanto al manejo de residuos sólidos y líquidos, tanto urbanos como peligrosos, así como, de los procedimientos a seguir en caso de derrames o fugas accidentales de aceite usado o

combustible.

- Como medida de prevención, durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo un programa de señalización, se colocarán letreros que contengan información referente a la adecuada separación de residuos peligrosos como: sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables, etc. Además, todos los involucrados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, deberán cooperar y respetar todos los procedimientos y prácticas relacionadas con la seguridad y el uso de residuos peligrosos.

Figura 6. Ejemplo de señalizaciones.

- El manejo de aceites y combustible, puede potencialmente generar un riesgo y afectación al ambiente, principalmente por derrame y contaminación de suelos y escurrimiento hacia mantos freáticos. Durante las actividades de la etapa de preparación y construcción, se almacenará el mínimo de combustible, tratando que el suministro de la maquinaria y equipo se realice diariamente con la ayuda de una camioneta autorizada para este fin.
- Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones.
- La maquinaria y equipo que se utilice se estacionará en las áreas de maniobra designadas para ello, que serán zonas con superficies impermeables (piso de concreto, colocación de lonas plásticas, etc.) para evitar contaminación al suelo en caso de alguna fuga accidental de aceite mientras se encuentre estacionada.
- Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios, cuando esto suceda, la reparación o mantenimiento deberá de realizarse en sitios alejados de las áreas ajardinadas dentro del proyecto y en áreas con vegetación en pie fuera del predio.
- Se deberán tomar las medidas necesarias a fin de evitar cualquier riesgo (Derrames de aceites, gasolina, etc.) que afecte a los ecosistemas dentro y fuera del predio, sobre todo por su cercanía con la zona de playa.
- En caso de una avería de la maquinaria y equipo, cuya reparación in situ represente un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atienda se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y lixiviados, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimientos establecidos.
- En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con “aserrín”; y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático.
- El material impregnado con estos contaminantes se colocará en contenedores debidamente etiquetados y serán resguardados en el almacén temporal de residuos peligrosos, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para el manejo, transporte y

disposición final de los residuos peligrosos.

- En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y se sustituirán por otros en buen estado.
- Se contará con una bodega temporal para el almacenamiento de aceites, combustibles, pinturas, solventes y demás sustancias peligrosas los cuáles cumplan con lo establecido en el Artículo 82 del *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Por lo anterior, como mínimo contará con cercado, techo de materiales no inflamables y piso de concreto el cual contará con borde o sardinel perimetral del mismo material, canaletas y fosa de recuperación en caso de derrames, estará bien ventilado y debidamente señalizada.
- Se deberá contar en el almacén con las fichas de seguridad de cada uno de los materiales peligrosos que se almacenen.
- Los recipientes donde se almacenen estos materiales peligrosos (Llamados así por sus características CRETIB. Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico o biológico infecciosas) estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales.
- Las etiquetas de identificación colocadas en los contenedores de residuos peligrosos, deben indicar la información esencial con respecto a la identidad (nombre del residuo, nombre de la empresa a la que pertenece el contenedor), la clasificación (sólido o líquido), el peligro que puede causar y las medidas de seguridad que se han de respetar.
- El manejo de residuos peligrosos deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra.
- Se deberá llevar un control de los residuos generados en la obra, mediante una bitácora la cual debe contener la siguiente información: tipo de residuo, cantidad, unidad, tiempo promedio de almacenamiento en días, y la disposición final de acuerdo al tipo de residuo. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo para el formato de la bitácora.

Tabla 1. Ejemplo de bitácora para control de residuos.

Tipo de residuos		Forma		Unidad	Cantidad	Tiempo de almacenamiento (días)	Disposición final
No peligroso	**Peligroso**	**Liquido**	**Sólido**				

- El manejo de materiales peligrosos, así como, los residuos peligrosos que se generen durante las etapas de operación y mantenimiento de la plaza, serán responsabilidad de los propietarios, para lo cual, se deberá contar con almacenes para su acopio que cumplan con la normatividad vigente y deberán contar con una empresa que cuenta con autorización para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos.
- Se recomienda comprar productos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del usuario, como es el caso de pinturas y disolventes de origen natural o avalado por algún tipo de etiqueta ecológica que garantice un menor impacto.
- Levantar una bitácora de funcionamiento tanto de la maquinaria como del equipo de operación.
- Contar con bitácoras de cantidades generadas de residuos peligrosos.
- El almacenamiento de materiales peligrosos se hará de acuerdo a las normas establecidas.
- Durante el desarrollo de todas y cada una de las actividades relacionadas con la realización de las etapas de preparación del sitio y construcción, los contratistas a través de los supervisores de turno, vigilarán que no se dispongan los residuos peligrosos en las áreas

circundantes a la zona de obras, con la finalidad de evitar daños a elementos hídricos y edáficos, por ello las zonas para el almacenamiento estarán bien definidas y serán fácilmente identificables por cualquier operador.

- Los envases de los productos químicos, una vez desocupados deberán canalizarse a un centro de acopio y transferencia, cuyo destino final deberá ser un centro de almacenaje para material tóxico, debidamente autorizado por la SEMARNAT. Esta actividad deberá ser convenida con la compañía que surta los productos agroquímicos
- En caso de que se requiera usar agroquímicos durante la etapa de operación, estos serán los que estén permitidos y autorizados por la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). Además de aplicar las siguientes medidas:

  - Leer cuidadosamente la etiqueta del contenedor con agroquímico y seguir las indicaciones sobre dosificación y modo de empleo.

  - Al aplicar los herbicidas, las personas responsables deberán utilizar la dosis mínima efectiva y hacer el menor número posible de aplicaciones de agroquímicos.

  - El personal que lo aplique deberá estar adecuadamente protegidas con overol, guantes, mascarilla y botas de plástico, abstenerse de fumar y comer al momento de la aplicación, con el fin de evitar el contacto directo con los productos.

  - En caso de contacto directo de la piel con los productos químicos, deberán lavarse las partes del contacto con abundante agua y jabón, y de ser posible bañarse. Esto último deberá seguirse como norma, al final de una jornada de aplicaciones.

V.1.3 Medidas específicas por factor ambiental afectado

Formas del Terreno y Suelo.

En cuanto a los problemas de erosión que podrían presentarse, se comenta que el predio prácticamente no cuenta con cobertura vegetal uniforme, por lo que este impacto ya está causando efectos sobre este indicador aun sin la construcción de la plaza, por lo que los impactos que sobre este indicador fueron evaluados como no significativos en el capítulo anterior (capítulo V). Para la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo trabajos de retiro de algunos ejemplares puntuales de flora, por lo que, con el fin de disminuir los problemas de erosión en el área de estudio, el promovente procurara no dejar los suelos expuestos por mucho tiempo.

Por otra parte, se esperan cambios en las características fisicoquímicas del suelo, relacionadas con actividades de fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores, por la disposición inadecuada de residuos sólidos, aguas residuales y residuos peligrosos.

Un impacto importante que será generado durante la etapa de construcción, estará relacionado con actividades como las excavaciones, el sembrado de los pilotes y la construcción de las obras plaza y obras complementarias, ya que estas actividades ocasionaran la perdida de suelo, también llamada capa fértil, lo cual repercute en otro tipo de impactos que se generaran sobre otros factores ambientales estudiados, como es el agua.

En lo que se refiere a los efectos que impidan determinados usos del suelo a largo plazo, a pesar de que el predio carece de vegetación, las excavaciones y demás actividades relacionadas con la construcción del proyecto, cambian drásticamente las características del suelo, por lo que se pierden las cualidades naturales del terreno y limita ciertos usos a largo plazo.

Medidas de mitigación para los impactos sobre la topografía

- Antes de iniciar con trabajos como excavaciones para la colocación de pilotes prefabricados, se procederá a retirar los individuos arbóreos que se localizan de forma aislada y que intervienen con las obras del proyecto; además se llevará a cabo el rescate de la capa fértil de tierra, la cual será acopiada para su posterior uso en las áreas ajardinadas y de conservación dentro del predio, que serán enriquecidas.
- Las obras provisionales, como el centro de acopio de tierra, se desplantarán en las áreas previamente afectadas o superficie de aprovechamiento, y contará con letrero que lo señalice.
- Se delimitarán y señalizarán las áreas de desplante en donde se construirá la infraestructura del proyecto.
- Las actividades de construcción del proyecto serán programadas de manera que éstas se realicen inmediatamente después de realizar el retiro de la flora y las excavaciones; lo anterior con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo a la intemperie y evitar la erosión de éste.
- Se regarán las áreas que carezcan de vegetación o donde se realicen actividades de excavación, para evitar el levantamiento de polvo y la erosión eólica del sitio.
- Las áreas en donde se inicie con las primeras actividades de la etapa de construcción y por lo tanto existan excavaciones, deberán ser regadas para evitar la dispersión de polvo.
- Posterior a los trabajos de preparación del área de desplante del proyecto, se procederá a la etapa de construcción, con el fin de no exponer el sitio a procesos de erosión hídrica y física.
- Se colocarán letreros indicativos y restrictivos, los cuales señalen las áreas en donde se instalarán los baños portátiles y algunos que prohíban defecar fuera de los sanitarios.

Aire/Clima

El proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* se desplantará en una superficie de 342.54 metros cuadrados, lo que corresponde al 21.76% de la superficie del predio (1574.49 metros cuadrados); lo anterior se propone tomando en cuenta que el predio carece de cobertura vegetal uniforme y solo presenta algunos individuos de flora, distribuidos de forma aislada dentro del predio del proyecto.

Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto se generarán polvo y emisión de contaminantes derivados del uso de maquinaria y camiones de carga que transportan material pétreo, estas partículas se dispersan en el aire y se depositan en las áreas dentro y fuera del predio del proyecto. Para prevenir se rebasen los niveles de emisión de contaminantes establecidos en las normas vigentes, se llevarán a la práctica medidas de prevención y mitigación.

En cuanto a la afectación al microclima, se tiene que ya se presentan impactos adversos sobre este indicador debido a que el predio carece de vegetación en pie uniforme y solo se presentan pocos individuos aislados; sin embargo, al realizar las actividades de excavación, se cambiara las características del terreno y de quedar expuesto este por mucho tiempo podría aumentar la afectación al microclima. Por lo anterior, es necesario realizar las obras de construcción y trabajos de reforestación de áreas ajardinadas, inmediatamente se terminen con los trabajos de preparación del sitio.

Para prevenir se rebasen los niveles de emisión de contaminantes establecidos en las normas vigentes en las tres etapas del proyecto, se llevarán a la práctica medidas de prevención y mitigación.

Medidas de mitigación

- Cumplir con la normatividad respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
- El material de relleno deberá ser transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para evitar el desborde por malas condiciones en el camino o por maniobras bruscas. Así como, evitar la dispersión de polvo sobre la vegetación que aun permanezca en pie dentro y fuera del predio del proyecto.
- El material pétreo que permanezca en las zonas de maniobra para su acondicionamiento será impregnado con agua y cubierto mientras se utiliza.
- La maquinaria y equipo deberá estar afinada y en óptimas condiciones para evitar emisiones contaminantes al aire fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.

Figura 7. Ejemplo de implementación de lona como cubierta.

- La maquinaria deberá permanecer apagada durante los lapsos que no se ocupen.
- Durante la construcción que se propone se colocará una malla perimetral con cubierta plástica, con el fin de reducir la emisión de polvos al exterior de las áreas de aprovechamiento, sobre todo a la zona de playa.
- Se llevará a cabo el mantenimiento continuo en talleres autorizado del equipo y maquinaria que sea utilizado en la obra, dicha actividad se llevará a cabo únicamente fuera del área del proyecto.
- Los caminos de acceso al predio se deberán mantener húmedos para disminuir la suspensión de partículas, que pudiera afectar la flora y otros desarrollos cercanos al predio.
- Se colocarán letreros que indiquen la velocidad máxima para circulación de los vehículos y camiones que ingresen a la zona de desarrollo del proyecto. La velocidad máxima permitida será de 20 km/h.

Figura 8. Ejemplo de actividades de riego.

- Se deberá iniciar con la etapa de construcción de infraestructura inmediatamente después de terminar con los trabajos de preparación del sitio, esto con el fin de evitar la dispersión de polvos de las áreas y la elevación de la temperatura del sitio, y por lo tanto la afectación al microclima.
- Se mantendrán en pie algunos individuos de flora localizados dentro de las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto.
- En dichas áreas se llevarán a cabo trabajos de reforestación y enriquecimiento de los suelos, con el fin de disminuir el impacto que se da sobre el microclima del sitio.
- En la etapa de operación se verificará que las máquinas, aires acondicionados, campana de cocina, no rebasen las emisiones máximas permitidas.

Agua

Uno de los principales problemas que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"*, es la afectación al manto freático y su contaminación debido a actividades como excavaciones, mal manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, exposición prolongada del agua subterránea, mal manejo de residuos sanitarios provenientes de los baños portátiles, aguas jabonosas generadas en el área donde toman sus alimentos

el personal en obra, etc.

Durante las actividades como excavaciones, relleno, nivelación y compactación del sitio se afectarán los índices de infiltración o pautas de drenaje y la escorrentía superficial del sitio; sin embargo, debido a que el proyecto se hará con sembrado de pilotes prefabricados, se tiene previsto mantener una superficie permeable de 1362.59 metros cuadrados correspondientes a las áreas de conservación, a las ajardinadas y a la superficie no usada para el hincando de pilotes. Mantener esta superficie permeable, ayudara principalmente a mantener los índices de infiltración y la recarga del manto acuífero. La superficie de área permeable representa el 86.54% de la superficie total del predio (1574.49 metros cuadrados) donde se instalará el proyecto *"Plaza Romeo Tulum"*.

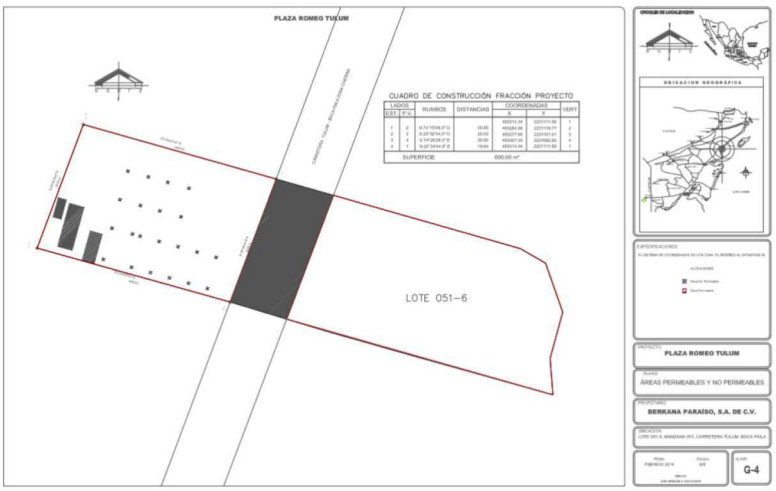


Figura 9. Plano de áreas permeables y no permeables del proyecto.

Además, se colocará un sistema de captación de agua pluvial, el cual canalizará el agua de lluvias a una cisterna previa filtración. Con lo anterior, se aumentará el agua captada para recarga limpia y se minimiza el impacto hacia este factor.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, los requerimientos de agua serán abastecidos principalmente con la ayuda de pipas y almacenados en contenedores tipo rotoplas dentro del predio. El indicador aumento en el consumo de agua, se verá afectado durante todas las etapas de desarrollo del proyecto Plaza Romeo Tulum, sin embargo, el mayor impacto se dará en la etapa operativa por el funcionamiento de la plaza comercial.

En cuanto a las aguas residuales que se generaran en las dos primeras etapas del proyecto, se tiene que serán principalmente las provenientes de los sanitarios portátiles presentes en la obra, y de no manejarse adecuadamente podría afectar el suelo y contaminar el agua del manto freático.

En la etapa de operación es de total importancia mencionar que el aumento en el consumo de agua será un impacto permanente por el funcionamiento de la plaza, y esto será resultado de la presencia de los visitantes y personal, así como, por el funcionamiento de todas las obras complementarias de

la plaza. El suministro de agua potable para cubrir las demandas será a través de pipas y del agua pluvial que se acumule con la ayuda del sistema de captación, que será colocado en el techo de la plaza. El agua proveniente de las pipas será almacenada en una cisterna, la cual abastecerá a cada una de las obras del proyecto, a través de una red hidráulica interna para el uso de la plaza. Debido a lo anterior no será necesaria la extracción de agua cruda del manto freático.

Las aguas residuales generadas en la plaza por el funcionamiento de baños, cocina, etc. serán dirigidas a la planta de tratamiento con la que contara el proyecto. Las aguas tratadas resultantes serán redirigidas al humedal artificial para concluir con su tratamiento, y así poder garantizar que el agua que se deposite en el subsuelo cumpla con la calidad requerida por la autoridad.

En esta etapa al igual que en las etapas anteriores, se podría generar contaminación del agua subterránea por el mal manejo de residuos sólidos y líquidos, por derrames accidentales de residuos peligrosos proveniente de las actividades de mantenimiento de la plaza, del cuarto de máquinas, de la planta de tratamiento, principalmente, por lo que es necesario adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para garantizar la sustentabilidad de este vital recurso.

Medidas de mitigación

- Se realizarán pláticas de concientización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles manteniendo las normas de higiene y salubridad, y el adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos, y del cuidado del agua dentro del proyecto.
- El predio del proyecto “Plaza Romeo Tulum” tiene previsto mantener una superficie permeable de 1362.59 metros cuadrados, correspondientes a las áreas de conservación, a las ajardinadas y a las que contaran con pilotes y que representan el 86.54% de la superficie total del predio (1574.49 metros cuadrados) del proyecto; esta medida de mitigación tiene como objetivo principal mantener la infiltración pluvial hacia el manto freático y así mantener los niveles de agua subterránea de la zona.
- Debido a que las áreas ajardinadas y de conservación con las que contara el predio solo cuentan con algunos individuos de flora, y con el fin de asegurar la recarga del manto acuífero, se realizaran trabajos de reforestación y enriquecimiento del suelo con especies de flora nativas provenientes de viveros autorizados y con el suelo rescatado dentro de las áreas de desplante.
- Para la etapa de preparación del sitio y construcción, el agua será abastecida a través de pipas de agua, y acumulada en recipientes tipo rotoplas de 5,000 litros.
- Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada 15 trabajadores de la obra.
- Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de las áreas afectadas para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos, y de preferencia en lugares con sombra.
- Se deberá contar con letreros que señalen los sitios en donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles dentro de la obra.
- Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada.
- La limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles, así como la disposición adecuada de los residuos líquidos captados, la realizará una empresa especializada máximo cada tercer día.
- El promovente solicitara a la empresa que se encargue de recolectar las aguas residuales provenientes de los baños portátiles, la autorización por parte de la autoridad correspondiente para el manejo y disposición de este tipo de residuos; lo anterior con el fin de evitar el mal manejo de estas aguas.
- El promovente mantendrá en su poder los comprobantes de limpieza de los baños portátiles, para dar cumplimiento a lo solicitado por la autoridad.

- Las actividades de construcción se realizarán lo más pronto posible posterior a los trabajos de preparación del sitio, con el fin de mantener por poco tiempo el suelo y el manto freático, expuestos.
- No se deberá colocar o almacenar maquinaria y equipo, así como, ningún tipo de material o residuo peligroso y no peligroso fuera de los almacenes instalados para este tipo e residuos.
- El encargado de la maquinaria y equipo que será utilizado durante el desarrollo del proyecto, deberán contar con procedimientos en caso de derrames accidentales o fugas de materiales o residuos peligrosos. Esto con el fin, de que cualquier persona pueda realizar actividades de mitigación en caso de requerirse y así evitar la contaminación del suelo y manto freático con residuos considerados como peligrosos.
- En caso de derrames accidentales de materiales o residuos peligrosos, como son combustibles, aceite quemado, etc. se deberá colocar charolas de contención, como son lonas de plástico impermeables, recolectar la tierra contaminada y disponerla en contendores específicos para residuos peligrosos. La maquinaría deberá ser retirada del sitio del proyecto lo más pronto posible.
- Los residuos sólidos que se acumulen en los centros de acopio, deberán ser retirados del predio máximo cada segundo día para evitar la formación de lixiviados, que puedan infiltrarse hasta el manto freático y contaminarlo.
- Para la etapa operativa del proyecto se propone, la colocación de canaletas de aguas pluviales en el techo de la plaza para direccionar el agua pluvial hacia las áreas ajardinadas (áreas permeables) del predio y así garantizar la recarga del manto acuífero, así como también, para enviar parte de esta agua a una cisterna ubicada dentro del predio del proyecto,
- El agua potable en la etapa operativa de la plaza, será abastecida a través de pipas y la proveniente del agua de lluvia.
- Se colocará una planta de tratamiento dentro del cuarto de maquinas del proyecto, la cual servirá para tratar las aguas residuales que se generen durante la operación de la plaza y obras complementarias.
- Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales provenientes de la plaza (aguas jabonosas y aguas negras), las cuales serán dirigidas mediante una red interna a la planta de tratamiento con la que contara el proyecto.
- Se colocará un humedal artificial, el cual corresponderá a un área construida para la reproducción de manera controlada de los procesos biológicos, químicos y físicos de eliminación de contaminantes. Esta estructura estará conformada con piso y paredes concreto y abertura en la parte superior, contará en su interior con varias capas de material pétreo desde polvo, grava, piedra y finalmente un sustrato fértil para finalmente en su parte superior la colocación de planta acuáticas. Su función será aumentar la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales previa disposición final al subsuelo o su reuso en actividades de riego.
- Las técnicas de fitorremediación se caracterizan por ser una práctica de limpieza pasiva y estéticamente agradable que aprovechan la capacidad de las plantas y la energía solar para el tratamiento de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente (EPA, 1996). En esta técnica las plantas actúan como trampas o filtros biológicos que descomponen los contaminantes y estabilizan las sustancias metálicas presentes en el suelo y agua al fijarlos en sus raíces y tallos, o metabolizándolos tal como lo hacen los microorganismos para finalmente convertirlos en compuestos menos peligrosos y más estables, como dióxido de carbono, agua y sales minerales (Peña, 2001).
- Las aguas tratadas resultantes de la planta de tratamiento interna, serán canalizadas hacia un humedal artificial.
- El agua tratada proveniente de los humedales, será usada para el riego de jardines y para la recarga del acuífero.
- De ser necesario, la promovente se encargará de solicitar la concesión de los pozos de absorción

de aguas tratadas, ante la CNA.

- Se llevará a cabo de forma periódica el análisis de aguas tratadas resultantes de la planta de tratamiento y humedal artificial, esto con el fin de garantizar que el agua resultante cumpla con los límites máximos permisibles en los parámetros de calidad del agua solicitados por la autoridad correspondiente.
- Se contará con una bitácora en donde se registre el resultado de los análisis fisicoquímicos, que se realizaran periódicamente a las aguas tratadas que se generaran en el proyecto.
- Los lodos producidos en la planta de tratamiento serán retirados de manera periódica por una empresa debidamente autorizada.
- Se llevará dentro de la plaza una bitácora de servicio y recolección de lodos generados por la planta de tratamiento.

Vegetación

Uno de los impactos de mayor afectación durante la etapa de preparación del sitio son los ocasionados por el retiro de la cubierta vegetal, sin embargo, el predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* carece de un cubierta vegetal uniforme en el 100% de su superficie (1574.49 metros cuadrados) y únicamente presenta algunos individuos de flora que se encuentran de manera aislada. De forma particular, sobre la fracción en la que se desarrolla el proyecto, podemos apreciar algunos individuos aislados.

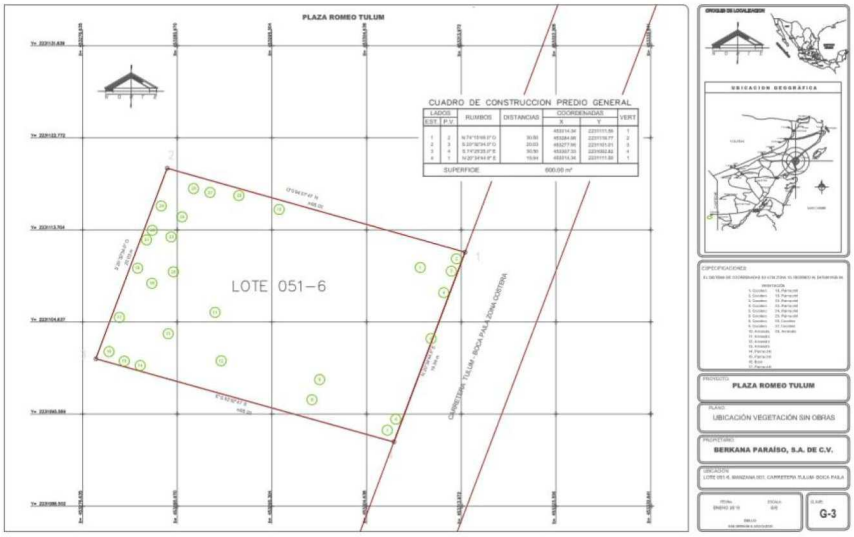


Figura 10. Distribución de individuos de flora censados dentro del predio del proyecto.

Tabla 2.- Individuos aislados de vegetación en pie censados dentro del predio del proyecto.

Total de Individuos	Familia	Nombre común	Especie
1	Polygonaceae	Boob	*Coccoloba spicata* Lundell
5	Combretaceae	Almendro malabar	*Terminalia catappa*
10	Arecaceae	Palma chit	*Thrinax radiata Lood.* ex J.A. & J.H. Schutt.
12		Cocotero	*Cocos nucifera L.*

Como podemos ver en el cuadro anterior, únicamente se presenta individuos aislados en el predio del proyecto; por lo que no se presenta una cobertura vegetal uniforme solo los individuos de flora aislados (enlistados en el cuadro anterior).

Se detecto un individuo de flora enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual corresponde a

la palma chit (Thrinax radiata), por lo que el promovente llevo a cabo el diseño de las obras del proyecto, considerando dejar dentro de las áreas ajardinadas y de conservación el 100% de los individuos de esta especie protegida.

Con el fin de restaurar una porción de la cobertura vegetal del sitio, el promovente propone destinar una superficie de 23.87m2 a áreas ajardinadas y 233.59 m2 como áreas conservadas, en las cuales se realizarán actividades de restauración como son la reforestación y enriquecimiento con plantas nativas provenientes de viveros autorizados y del suelo fértil rescatado en el predio del proyecto.

Medidas de mitigación

- Se llevará a cabo la delimitación con malla y lona de las áreas de desplante del proyecto, procurando proteger los individuos de flora enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron localizados de forma aislada dentro del predio del proyecto.
- Se mantendrán en pie todos los individuos de palma chit, que se localicen dentro del predio del proyecto.
- Se llevará a cabo la remoción puntual de los individuos que no sean considerados como protegidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que interfieran con las obras del proyecto.
- Se llevará a cabo el retiro de los individuos de almendro malabar (*Terminalia catappa*) localizados dentro del predio del proyecto, por ser considerada una especie invasora que no permite el crecimiento de flora nativa cerca de él. Esto como resultado de la sombra que produce su copa, la cantidad de hojas que caen al suelo y por la extensión de sus raíces.
- Los individuos removidos serán trasladados a un área específica dentro del predio del proyecto, para ser triturados.
- Se mantendrá una superficie de 23.87 metros cuadrados como áreas ajardinadas, las cuales junto con el área de conservación (1028.08 metros cuadrados) y las áreas techadas en donde no se siembren pilotes, representaran las áreas permeables con las que cuente el predio.
- Dentro de las áreas ajardinadas y de conservación, se llevarán a cabo trabajos de reforestación y enriquecimiento del suelo.
- Las plantas que serán utilizadas para la reforestación serán adquiridas en viveros autorizados y se colocarán en el área destinada a jardines, procurando ser trasplantadas lo más pronto posible.
- Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte o extraiga de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna que transite por el predio.
- Se establecerá un horario de trabajo del personal y de los equipos, limitándose a un horario diurno (7:00 a 18:00 horas).
- Se colocaron letreros indicativos y restrictivos de inducción ambiental, con el fin de establecer un código de conducta interno, que deberá ser cumplido por el personal que trabaje en las diferentes etapas del proyecto.
- Se llevarán a cabo actividades de limpieza rutinarias en los márgenes del predio que colinden con las áreas ajardinadas y conservadas.
- Durante la etapa de operación se colocarán letreros informativos y restrictivos en las áreas ajardinadas y de conservación, en los cuales se hará énfasis acerca del cuidado de la flora del sitio.

Fauna

Como se ha mencionado anteriormente, el predio del proyecto "Plaza Romeo Tulum" carece de vegetación uniforme en pie en el 100% de su superficie (1574.49 metros cuadrados), por lo que solo presenta algunos individuos aislados de flora. Como resultado de lo anterior y debido a los asentamientos humanos que rodean el sitio, se observaron dentro del área de estudio, algunas especies de fauna acostumbradas a la presencia humana y que está en constante movimiento dentro de áreas que aun presentan vegetación dentro de la zona.

Tabla 3.-Ejemplares de fauna identificada en el predio.

No. Spp	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptiles			
1	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona
2	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Chintete, Anolis café
3	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra
4	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tarzán pasa ríos
Aves			
5	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica
6		*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca
7	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano
8	Sternidae	*Thalasseus maximus*	Charrán real
Mamíferos			
9	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache común

Se detecto un individuo de fauna enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual corresponde a la iguana negra (*Ctenosaura similis*), por lo que se deberá dar inducción ambiental a los trabajadores para evitar sean cazadas y usadas como alimento. No únicamente se deberá proteger a la iguana negra, si no será necesario respetar a toda la fauna que transite por el predio del proyecto.

Uno de los impactos que podría presentarse sobre el factor fauna como resultado del manejo de los residuos sólidos urbanos que se generaran en las diferentes etapas del proyecto, es la proliferación de fauna nociva e invasora, como son ratas, ratones, cucarachas, etc. Por lo que a continuación se presentan una serie de medidas para mitigar dicho impacto.

Medidas de mitigación para la fauna

- Antes de iniciar con las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de verificar que no exista fauna en el área de estudio, la cual pueda ser afectada por los trabajos de preparación del sitio y construcción.
- Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores que no se moleste, capture o dañe la fauna que pudiese transitar en el área de influencia.
- Quedará estrictamente prohibida la introducción de especies exóticas, silvestres o domésticas, principalmente perros y gatos.
- El manejo de residuos debe ser adecuado en contenedores con tapa, para evitar la proliferación de fauna nociva.
- Se propone como medida de compensación la reforestación y enriquecimiento con plantas nativas de una superficie de 1231.95 metros cuadrados, correspondientes a las áreas ajardinadas y áreas de conservación. Las plantas que se utilicen para enriquecer las áreas ajardinadas y de conservación, serán provenientes de viveros autorizados. Las áreas que serán

restauradas, podrán fungir como sitios de anidación, refugio y alimento de algunas especies de fauna que sean ido adaptando a la presencia humana.

- Debido a la cercanía del predio con la zona de playa, no se permitirá la colocación de lámparas que pudieran iluminar esta zona.
- Durante las tres etapas del proyecto, se colocarán algunas señalizaciones para reforzar la transmisión de las medidas propuestas, sobre todo en la periferia de las áreas ajardinadas en la etapa operativa.

1. No alimentar a la fauna.
2. Indicarán qué animales podrían transitar en la zona.
3. No molestar a la fauna.
4. No depositar residuos fuera de las zonas indicadas.
5. No provocar ruido innecesario.
6. No remover, colectar o dañar vegetación.
7. No remover, colectar o dañar ningún tipo de fauna.

Usos de suelo

El predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Corredor Cancún Tulum, y se localiza en la UGA Ff-3 con uso predominante de flora y fauna. Sin embargo, la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marca el predio del proyecto como Asentamientos humanos (AH).

Medidas de prevención y mitigación

Para evitar posibles afectaciones al uso de suelo de áreas colindantes con las obras y que pretenden realizarse, se proponen las siguientes medidas:

- Únicamente se realizarán trabajos de preparación del sitio y construcción, en las áreas autorizadas, y en apego a lo establecido en los criterios de la UGA Ff-3 del POET Corredor Cancún Tulum y a lo que indica la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marca el predio del proyecto como Asentamientos humanos (AH).
- Delimitar el área de trabajo ya sea con palizadas, malla electrosoldada, cinta de seguridad o cualquier otro mecanismo.
- Quedará prohibido el transito del personal a áreas fuera del proyecto, sobre todo las colindantes con la zona de playa cercana al predio del proyecto.
- Se evitará la disposición de restos de material pétreo fuera de las áreas de trabajo.

Salud Humana

Los riesgos a la salud humana fueron calificados como no significativos, ya que el personal que laborará en el proyecto contará con el equipo de seguridad necesario como botas, casco y chaleco, etc. que garanticen su seguridad dentro del área del proyecto. También se darán pláticas al personal sobre la importancia del uso del equipo, respetar los límites de velocidad y el respeto a los recursos naturales de la zona.

Medidas de prevención y mitigación

- Todo trabajador que ingrese al área del proyecto, deberá contar con el equipo de seguridad básico, es decir, chaleco antireflejante, casco y botas con casquillo.

- Se contará en el área del proyecto con botiquín de primeros auxilios en caso de algún accidente.
- Se darán pláticas de inducción ambiental, que hagan referencia al uso del equipo de seguridad.
- Se contará con letreros con gráfico que hagan alusión al uso del equipo de seguridad.

Transporte y flujo de tráfico

El movimiento y flujo de tráfico durante el desarrollo del proyecto, será principalmente por el movimiento de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, este impacto será mínimo y temporal, debido a que el proyecto se encuentra en una zona que ya cuenta con desarrollos y asentamientos humanos.

Medidas de prevención y mitigación

- Toda unidad que entre al predio deberá estar en perfectas condiciones mecánicas.
- Se establecerán señalamientos de la velocidad máxima permitida (20km/hr.) durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.
- Se hará hincapié a los transportistas sobre la importancia de respetar los caminos y no invadir otras áreas fuera del predio del proyecto.
- Para evitar accidentes, se recomendará a los transportistas seguir las normas básicas de seguridad.
- Se instalará la señalización e iluminación adecuada para permitir el tránsito seguro de los usuarios.

Paisaje

Como se ha venido mencionando el predio del proyecto, carece de vegetación en pie uniforme, solo se detectaron algunos individuos de flora aislados, por lo que el mayor impacto sobre el paisaje ya se dio, sin embargo, el mal manejo de residuos sólidos y líquidos urbanos peligrosos y no peligrosos, así como también, los trabajos de excavaciones y relleno del terreno, la acumulación de material pétreo, etc. puede provocar un cambio en la escala visual del entorno, por lo que será necesaria la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Este impacto a pesar de ser de temporalidad permanente no es un impacto severo, debido a que tal como se ha manifestado anteriormente, el proyecto carece de cobertura vegetal uniforme.

.

Medidas de mitigación

- Se colocarán los recipientes de residuos necesarios para evitar la dispersión de la basura dentro y en los alrededores del sitio del proyecto.
- Colocar una malla de protección durante las actividades de preparación y construcción del proyecto.
- El movimiento de material se programará, con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.
- Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente.
- No se permitirá almacenar residuos sólidos sobre las banquetas o vía pública.
- Solo se almacenará material pétreo dentro del predio del proyecto.
- Los trabajos de reforestación de las áreas ajardinadas y de conservación del predio del proyecto, mejoraran el panorama puntual del predio del proyecto.

VI.2. Impactos residuales.

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, por la naturaleza misma del proyecto, se considera que en este caso los impactos residuales se restringen al área donde se ubicará estrictamente la infraestructura de la obra.

La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto se va a desarrollar hasta concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Entre los impactos residuales irrecuperables tenemos:

1. Cambios en la forma del terreno
2. Efectos que impidan determinados usos del área
3. Cambios en las características fisicoquímicas del suelo
4. Perdida de la capa vegetal y mineral
5. Cambios en el microclima
6. Cambios en los índices de infiltración o pautas de drenaje
7. Afectación a la escorrentía superficial
8. Cambios en la biodiversidad de flora del sitio
9. Cambio en la abundancia de flora del sitio.

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

Contenido

VII.1 Pronóstico del Escenario 1

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 1

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 3

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 4

VII.1.4 Pronóstico ambiental General 5

VII.2 Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental. Seguimiento y Control. 5

Objetivos 5

Procedimientos 6

VII.1 Pronóstico del Escenario

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en el lote 051-6, manzana 001, en la carretera Tulum- Boca Paila Zona Costera, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo. El predio cuenta con una superficie total de 1574.49 metros cuadrados, dentro de las cuales se ocupará una fracción de 600 metros cuadrados para el desarrollo del proyecto.

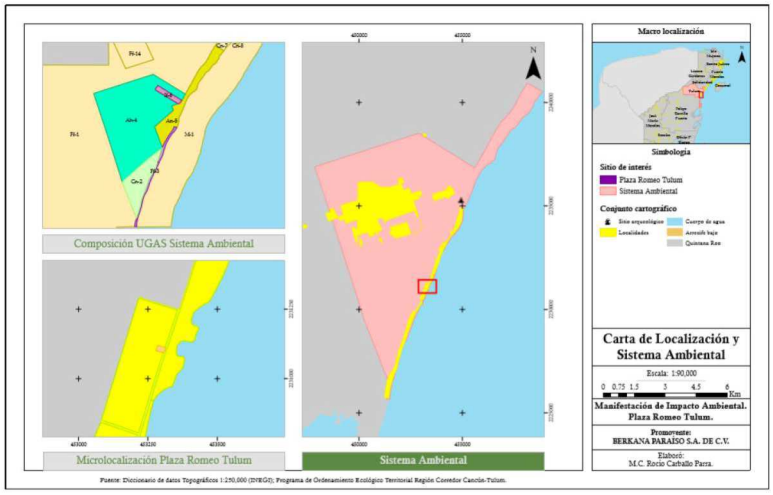


Figura 1. Ubicación proyecto Plaza Romeo Tulum.

El predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* carece de un cubierta vegetal uniforme en el 100% de la superficie de 600 metros cuadrados en la que será desarrollado y únicamente presenta algunos individuos de flora que se encuentran de manera aislada, de acuerdo con el censo realizado al predio del proyecto.

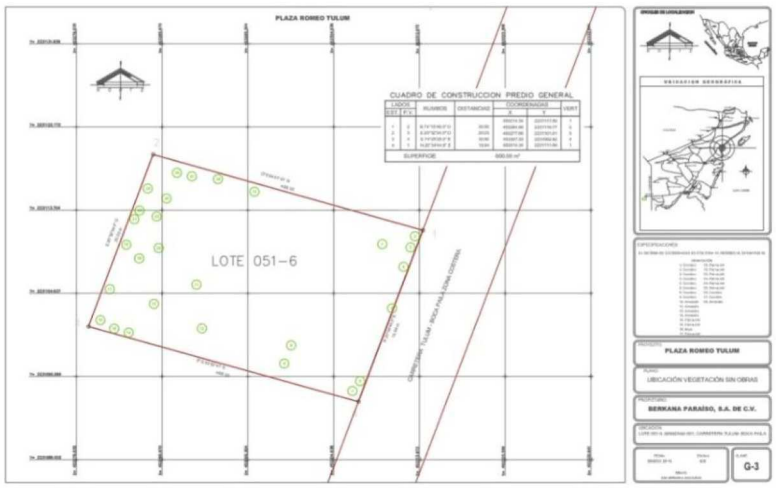


Figura 2. Distribución de individuos de flora censados en el predio del proyecto.

Tabla 1.-Individuos aislados de vegetación en pie censados dentro del predio del proyecto.

Total de Individuos	Familia	Nombre común	Especie
1	Polygonaceae	Boob	*Coccoloba spicata* Lundell
5	Combretaceae	Almendro malabar	*Terminalia catappa*
10	Arecaceae	Palma chit	*Thrinax radiata Lood.* ex J.A. & J.H. Schutt.
12		Cocotero	*Cocos nucifera L.*

Como podemos ver en el cuadro anterior, únicamente se presenta individuos aislados de flora en un ecosistema fragmentado. Dentro de los individuos de flora aislados, se detectó una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son la palma chit (*Thrinax radiata*).

Como se ha mencionado anteriormente, el predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* carece de vegetación uniforme en pie en el 100% de la fracción disponible (600 metros cuadrados), por lo que solo presenta algunos individuos aislados de flora. Como resultado de lo anterior y debido a los asentamientos humanos que rodean el sitio, se observaron dentro del área de estudio, algunas especies de fauna acostumbradas a la presencia humana y que está en constante movimiento dentro de áreas que aun presentan vegetación dentro de la zona.

Tabla 2.-Ejemplares de fauna identificada en el predio.

No. Spp	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptiles			
1	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona
2	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Chintete, Anolis café
3	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra
4	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tarzán pasa ríos
Aves			
5	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica
6		*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca
7	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano
8	Sternidae	*Thalasseus maximus*	Charrán real
Mamíferos			
9	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache común

Se detecto un individuo de fauna enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual corresponde a la iguana negra (*Ctenosaura similis*).

El predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Corredor Cancún Tulum, y se localiza en la UGA Ff-3 con uso predominante de flora y fauna. Sin embargo, la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marca el predio del proyecto como Asentamientos humanos (AH).

Sin la construcción del proyecto en el sitio del proyecto no se genera contaminación por partículas de polvo y por gases procedentes de maquinaria empleada en la obra, no se contaminara el suelo y agua con residuos peligrosos y no peligrosos, sin embargo, como podemos ver el predio del proyecto carece de cobertura vegetal uniforme debido a que se encuentra inmerso en una zona que ya presenta desarrollos y asentamientos humanos, por lo que este ya ha sido afectado y presenta una serie de impactos como son erosión de suelo, carencia de cubierta vegetal, ausencia de fauna de gran tamaño,

etc.

El predio cuenta con suelo natural el cual permite la infiltración del agua pluvial al subsuelo y no afecta la escorrentía superficial. Sin el desarrollo del proyecto, no se cuenta con vertidos de aguas residuales aun sistema privado para su tratamiento y no se generan contaminantes que pudieran afectar el manto freático.

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Cuando se desarrollan proyectos sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación, viene una serie de impactos ambientales que pueden ser considerados como permanentes e irreversibles, ya que no hay ningún tipo de actividad que minimice su efecto. Entre los impactos que podrían presentarse en los diferentes factores ambientales están los siguientes:

- El proyecto no realizará la recuperación de la capa fértil del suelo por lo que no será aprovechado dicho recurso.
- Por las maniobras del proceso constructivo del proyecto se compactarán los suelos de las áreas no previstas como son las áreas ajardinadas y de conservación.
- Por el mal manejo de los residuos urbanos y peligrosos existirá contaminación del suelo.
- La maquinaria y equipo en obra no se encuentra en buena estado, por lo que habrá accidentes de fugas de residuos peligrosos como es aceite quemado y otros combustibles.
- Se incrementarán los niveles de erosión en áreas colindantes a la construcción del proyecto, donde la afectación por el tránsito de personal sin control y de maquinaria podría cambiar la topografía.
- El personal realiza sus necesidades fisiológicas en cualquier área dentro del predio del proyecto, por lo que dichos residuos se infiltran al subsuelo y contaminan las aguas subterráneas.
- Por los trabajos de excavaciones y sembrado de pilotes se afectara al suelo, cambiando con esto los índices de infiltración del suelo sin ninguna compensación.
- Los individuos de flora y fauna enlistados en la NOM-059-SEMARNAR-2010, no se respetarán.
- El sitio podría ser susceptible para el establecimiento de especies exóticas e invasoras, toda vez que se podrían emplear especies no indicadas por la CONABIO para las actividades de reforestación de las áreas ajardinadas.
- El personal de obra dañará la escasa flora presente en el predio, por impactos directos como la tala y extracción de especies.
- La presencia de trabajadores en la obra provocará la contaminación de los ecosistemas ya que dispondrán los residuos en cualquier sitio, lo que a su vez provocará la proliferación de fauna nociva y muerte de fauna silvestre.
- Los obreros molestarán e incluso cazarán a la fauna que transite por el predio.
- Se depositarán todo tipo de residuos dentro del predio del proyecto.
- Se generarán focos de infección y de contaminación al ambiente y por lo tanto las condiciones ambientales del predio serán deterioradas cada vez más.
- La salud del personal se verá afectada por la acumulación de residuos que representan focos de infecciones.
- La generación de residuos líquidos generará lixiviados que provocarán la contaminación del manto freático.

- Los residuos peligrosos que se generen contaminaran el suelo y agua subterránea.
- No se recolectarán los residuos peligrosos que se generen.
- No se contará con almacenes adecuados para el resguardo de materiales y residuos peligrosos.
- No se restringirá el tránsito de los trabajadores de la etapa de preparación del sitio y construcción a la zona de playa, lo que provocará la dispersión de residuos tanto sólidos como líquidos.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Cuando se lleva a cabo la aplicación de medidas de prevención y mitigación los impactos que se presentan por el desarrollo del proyecto, pueden verse minimizados o incluso mitigados en su totalidad. A continuación, se presenta el escenario que se tendría dentro del sitio del proyecto con la aplicación de medidas compensatorias.

- La capa fértil del suelo será almacenada en un área específica del proyecto, para después ser incorporada a las áreas ajardinadas del proyecto.
- Se delimitará la zona de aprovechamiento con malla ciclónica y plástico, para no causar un gran impacto visual al público y para no ocasionar el movimiento del personal hacia las áreas ajardinadas y de conservación en donde permanecerán algunos individuos de flora en pie.
- Se llevará a cabo un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen en la obra, para lo que se contara con contenedores debidamente rotulados y un almacén temporal, además de que se darán pláticas de inducción ambiental para el personal en obra.
- Con el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos no peligrosos y peligrosos, se evitará la contaminación del suelo y manto freático.
- Únicamente se permitirá entrar al área del proyecto, a la maquinaria que se encuentre en buen estado, por lo que esto disminuirá los riesgos por fugas de aceite o combustibles hacia el suelo.
- Se llevará un seguimiento de la bitácora de mantenimiento de la maquinaria y equipo en talleres autorizados localizados fuera del área del proyecto.
- Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se mantendrán regadas las áreas de desplante que carecen de vegetación, para evitar la erosión.
- Se cuenta con horario de trabajo de 07:00- a 18:00 horas, por lo que se respeta los hábitos nocturnos de la fauna local circundante.
- Se contarán con baños portátiles en la etapa de preparación del sitio y construcción para garantizar el manejo adecuado de los residuos sanitarios.
- En la etapa de preparación del sitio y construcción, el suministro de agua será a través de pipas y será almacenada en contenedores tipo rotoplas de 5,000 litros.
- Se contará con sistema de tratamiento de aguas residuales interno, para el manejo adecuado de este tipo de residuos.
- En la etapa de operación el suministro de agua potable para el proyecto, será a través de pipas y con la colecta de aguas pluviales, por lo que no será necesario la perforación de pozos de extracción de agua.
- Antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio, se llevará a cabo el retiro de la flora que intervenga con la infraestructura del proyecto.
- Se mantendrán en pie dentro de las áreas ajardinadas y de conservación los individuos de palma chit principalmente, debido a que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero también algunos individuos de flora que no intervengan en las obras.

- Se realizará la remoción de los individuos de almendro que se ubican en el predio del proyecto, y se favorecerá la reforestación con plantas nativas.
- Se rescatará la capa fértil del suelo, misma que será acopiada para su posterior uso en las actividades de reforestación y enriquecimiento de las áreas ajardinadas y de conservación.
- Se llevará a cabo la reforestación y enriquecimiento de las áreas ajardinadas y de conservación, usando únicamente especies nativas que vayan acorde al tipo de vegetación que presentaba la zona.
- Se vigilará que las actividades que desarrollen los trabajadores no dañen a la vegetación aledaña al predio del proyecto.
- Se implementará pláticas de inducción ambiental para el personal en obra, en el que se establecerán acciones y medidas en pro de la conservación de los ecosistemas, el buen manejo de los residuos sólidos y líquidos, tanto peligrosos como no peligrosos, el cuidado a la fauna, el uso de los sanitarios portátiles por parte de los trabajadores, etc.
- Se aplicarán medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos de modo que se evite la dispersión de estos dentro y fuera del área del proyecto.
- Se colocarán áreas permeables para garantizar la recarga de los acuíferos.
- Se manejarán adecuadamente los residuos sanitarios.
- Se colocarán letreros restrictivos e indicativos para el uso de los sanitarios portátiles.
- Se implementará un Programa de Reforestación y de Manejo de Residuos.

VII.1.4 Pronóstico ambiental General

Derivado del análisis anterior, en donde se planteó las condiciones actuales del predio sin proyecto, y el escenario del predio con proyecto con y sin medidas compensatorias, se determinó que el proyecto no afectará significativamente las condiciones ambientales locales y del sistema ambiental. Lo anterior, debido a que el predio del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"* se encuentra inmerso en una zona considerada para asentamiento humanos dentro de Tulum, la cual ya ha sido impactada, lo que puede verse reflejado por la falta de cobertura vegetal uniforme y la ausencia de fauna dentro del predio del proyecto. Adicional, el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con las condiciones propicias de logística que requiere un proyecto de esta naturaleza, al contar con la infraestructura para dotar de inmediato al proyecto de servicios de energía eléctrica, vialidades de acceso y transporte.

VII.2 Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental. Seguimiento y Control.

El Programa de manejo y vigilancia ambiental en los proyectos es un aspecto importante en materia de Impacto Ambiental, debido a que es el sistema mediante el cual se puede comprobar de qué manera se están ejecutando las medidas preventivas y de corrección propuestas en el MIA, determinar su eficacia y detectar los impactos no previstos en el estudio. Lo anterior con el fin de advertir sobre los valores alcanzados por los indicadores de impactos seleccionados, teniendo en cuenta los niveles críticos o umbrales de alertas establecidos y en su caso obtener información útil para mejorar el conocimiento de las repercusiones ambientales de proyectos del mismo tipo en ámbitos similares.

Objetivos

- Vigilar el cabal cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para la MIA del proyecto *"Plaza Romeo Tulum"*.
- Corregir o complementar las medidas de prevención y mitigación propuestas en el estudio, para minimizar el impacto ambiental ocasionado en el sitio por el desarrollo del proyecto.

Procedimientos

En la siguiente tabla se plantea la línea que deberá seguir el promovente como parte de la vigilancia ambiental, el seguimiento y el control, con el fin de garantizar el cabal cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA para cada uno de los factores ambientales evaluados en el proyecto *"Plaza Romeo Tulum"*.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
l terreno	➢ Cambios en las topoformas. ➢ Efectos que impidan determinados usos del área a largo plazo. ➢ Pérdida de suelo (capa vegetal y mineral). ➢ Erosión del suelo (hídrica o eólica	• Antes de iniciar con trabajos como excavaciones para la colocación de pilotes prefabricados, se procederá a retirar los individuos arbóreos que se localizan de forma aislada y que intervienen con las obras del proyecto; además se llevará a cabo el rescate de la capa fértil de tierra, la cual será acopiada para su posterior uso en las áreas ajardinadas y de conservación dentro del predio, que serán enriquecidas. • Las obras provisionales, como el centro de acopio de tierra, se desplantarán en las áreas previamente afectadas o superficie de aprovechamiento, y contará con letrero que lo señalice. • Se delimitarán y señalizarán las áreas de desplante en donde se construirá la infraestructura del proyecto. • Las actividades de construcción del proyecto serán programadas de manera que éstas se realicen inmediatamente después de realizar el retiro de la flora y las excavaciones; lo anterior con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo a la intemperie y evitar la erosión de éste. • Se regarán las áreas que carezcan de vegetación o donde se realicen actividades de excavación, para evitar el levantamiento de polvo y la erosión eólica del sitio. • Las áreas en donde se inicie con las	Etapa de preparación del sitio y construcción.	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos de compra de material pétreo y verificará que se haya comprado en casas de materiales autorizadas. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta lo en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también,

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		primeras actividades de la etapa de construcción y por lo tanto existan excavaciones, deberán ser regadas para evitar la dispersión de polvo. • Posterior a los trabajos de preparación del área de desplante del proyecto, se procederá a la etapa de construcción, con el fin de no exponer el sitio a procesos de erosión hídrica y física. • Se colocarán letreros indicativos y restrictivos, los cuales señalen las áreas en donde se instalarán los baños portátiles y algunos que prohíban defecar fuera de los sanitarios.		inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.
ólidos y no	➢ Generación de residuos sólidos en grandes cantidades. ➢ Contaminación del suelo con residuos sólidos o lixiviados. ➢ Contaminación del agua por residuos sólidos, líquidos o lixiviados. ➢ Residuos depositados sobre la vegetación. ➢ Almacenaje de residuos.	Etapa de preparación del sitio y construcción • Como parte del programa de Capacitación Ambiental, se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos y el uso correcto de los contenedores que se coloquen para su acopio. • Se colocarán contenedores de HDPE, para la captación de residuos sólidos organices e inorgánicos. • Durante las tres etapas del proyecto se colocarán suficientes contenedores para residuos sólidos los cuales deberán estar rotulados con gráfico y texto, que señale el tipo desecho que se deposita en él, con el fin de	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta l en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		fomentar una cultura de separación de residuos. • Los contenedores de residuos contarán con tapa y bolsa, y serán distribuidos de forma estratégica dentro de la obra; lo anterior, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los trabajadores. • La ingesta de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse y separarse en los contenedores correspondientes. • Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área del proyecto, por la persona encargada de proporcionarles alimento. • Dentro de la obra se destinarán sitios para el acopio de los diferentes tipos de residuos generados, con el fin de evitar su dispersión y la contaminación de sitios cercanos al predio. Dichos sitios deben estar identificados con letreros de señalización, y contarán por lo menos con 2 módulos en donde se coloquen los residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos. • Antes de finalizar la jornada de		levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos de la disposición de residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargará de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados.	jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		trabajo se llevará a cabo una brigada de limpieza, para recolectar los desechos que pudieron quedar dispersos en la obra y moverse a otras áreas fuera del predio del proyecto, como es la zona de playa cercana. • Durante las brigadas de limpieza, los encargados de esta actividad verificaran que no haya movimiento de residuos fuera del área del proyecto, sobre todo hacia el área de playa, que aunque no colinda con el predio, por efectos del viento podría haber movimiento de residuos si no se recolectan correctamente. • Para disminuir la dispersión de los residuos y evitar la proliferación de fauna nociva, al final de la jornada los residuos serán transportados a los centros de acopio temporales del proyecto y serán retirados como máximo cada tercer día, por el encargado de la obra. • No se permitirá acumular escombros o material pétreo dentro del área del proyecto o zonas aledañas. • La capa mineral será colectada para ser llevada al centro de acopio, para posteriormente ser usada dentro de las áreas ajardinadas y de conservación para enriquecerlas. • Está prohibido el uso del fuego como medio para la disposición final de			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		residuos. • En donde sea necesario, el promovente delimitara con malla perimetral con cubierta plástica el predio del proyecto, esto con el fin de evitar el tránsito de personal a otras áreas como la zona de playa cercana al predio y el depósito de residuos de forma inadecuada en las áreas fuera del predio del proyecto. • Se colocarán letreros que induzcan al buen manejo de los residuos, en la periferia del proyecto. • Durante la etapa de construcción y operación los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio, alambrón y demás) se separarán y serán canalizados a empresas encargadas de estos tipos de residuos. • Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos. • Se reciclarán los residuos de construcción como el alambre, madera, etc., que sean susceptibles a este proceso, con la ayuda de empresas recolectoras de residuos. • Se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, mismos que deberán de ser			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		distribuidos de tal manera que el personal tenga fácil acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando. • Se colocarán letreros que indiquen el área donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles. • Se llevarán bitácoras de limpieza de los sanitarios portátiles con el fin de vigilar que esto se lleve a cabo de forma continua. • Se contratará el servicio de una empresa especializada en el manejo de aguas grises y se verificará que la empresa contratada cuente con autorización vigente para realizar dicha actividad, y por lo tanto, con los medios necesarios para efectuar el transporte y disposición adecuada de dichos residuos. • Se sancionará a toda persona que sea sorprendido defecando al aire libre, tirando basura fuera de los contenedores o realizando cualquier otra actividad que afecte al ambiente. Operación (Presencia de Visitantes y personal) y Mantenimiento de la Plaza. Residuos Sólidos • El manejo y disposición de residuos generados durante la operación del			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		proyecto, serán a cargo de la empresa promovente. • Se equipará la plaza y obras complementarias con contenedores para la captación y buen manejo de los residuos sólidos urbanos generados por la operación de la plaza. • Los contenedores se colocarán en sitios estratégicos que permitan al personal y clientes acceder fácilmente a ellos y estarán debidamente señalados. • Los contenedores colocados permitirán la clasificación de los residuos desde la fuente, es decir, los residuos se separarán de acuerdo a su naturaleza en contenedores rotulados, esto con la finalidad de valorizar los residuos reciclables como son PET, aluminio, PEAD, cartón y papel. • Se establecerán estrategias para la separación de residuos, los cuales serán enviados a centros de acopios autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, el resto de los residuos integrados por los residuos sanitarios, orgánicos y aquellos que no sean valorizables serán entregados a los servicios municipales encargados de estas actividades.			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		• De ser necesario se colocarán cuartos fríos para la acumulación de residuos orgánicos del restaurante de la plaza. • Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza. ✓ Residuos orgánicos (restos de comida, material vegetal, papel, cartón). De acuerdo al giro proyecto y de su infraestructura, el promovente podría realizar el compostaje de los residuos orgánicos. ✓ Residuos inorgánicos (Plástico, madera, metal). Los residuos sólidos susceptibles de ser reciclados, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje. • Reducir la cantidad de residuos a través de una campaña para el reuso, reciclado y reducción de residuos de la plaza. Residuos Líquidos • Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales (aguas jabonosas y aguas negras) provenientes de los baños, cocina y demás instalaciones de la plaza, las cuales serán dirigidas mediante una			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		red interna a la planta de tratamiento que se instalara en el cuarto de maquina dentro del predio del proyecto; posteriormente, las aguas tratadas serán direccionadas al humedal artificial que se colocara dentro del predio, para posteriormente integrarse al subsuelo. • La promovente se encargará de solicitar la concesión de los pozos de absorción de aguas tratadas. • Se llevará a cabo de forma periódica el análisis de aguas tratadas resultantes de la planta de tratamiento y del humedal artificial. • Los lodos que pudieran ser producidos en la planta de tratamiento, serán retirados de manera periódica por una empresa debidamente autorizada. • El personal encargado del mantenimiento de la plaza, llevara a cabo una bitácora de servicio y recolección de lodos generados por la planta de tratamiento. • Dentro de la bitácora se llevará el registro del resultado de los análisis fisicoquímicos que se realicen a las aguas tratadas que se generaran por el proyecto. •			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
	➢ Implicará la generación de residuos peligrosos. ➢ La contaminación del suelo, manto freático, cuerpos de agua o caudales por derrame de residuos peligrosos. ➢ Almacenaje de residuos peligrosos. ➢ El contacto humano con residuos peligrosos.	• El manejo de aceites y combustible, puede potencialmente generar un riesgo y afectación al ambiente, principalmente por derrame y contaminación de suelos y escurrimiento hacia mantos freáticos. Durante las actividades de la etapa de preparación y construcción, se almacenará el mínimo de combustible, tratando que el suministro de la maquinaria y equipo se realice diariamente con la ayuda de una camioneta autorizada para este fin. • Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones. • La maquinaria y equipo que se utilice se estacionará en las áreas de maniobra designadas para ello, que serán zonas con superficies impermeables (piso de concreto, colocación de lonas plásticas, etc.) para evitar contaminación al suelo en caso de alguna fuga accidental de aceite mientras se encuentre estacionada. • Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios, cuando esto suceda, la reparación o	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas y promovente de acuerdo a la etapa, copia de los recibos del manejo y disposición de residuos peligrosos; además, se solicitará copia de la autorización de la empresa contratada para el	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta lo en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también,

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		mantenimiento deberá de realizarse en sitios alejados de las áreas ajardinadas dentro del proyecto y en áreas con vegetación en pie fuera del predio. • Se deberán tomar las medidas necesarias a fin de evitar cualquier riesgo (Derrames de aceites, gasolina, etc.) que afecte a los ecosistemas dentro y fuera del predio, sobre todo por su cercanía con la zona de playa. • En caso de una avería de la maquinaria y equipo, cuya reparación in situ represente un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atienda se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y lixiviados, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimientos establecidos. • En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con "aserrín"; y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático. • El material impregnado con estos contaminantes se colocará en		manejo y disposición de residuos peligrosos. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargara de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados.	correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		contenedores debidamente etiquetados y serán resguardados en el almacén temporal de residuos peligrosos, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. • En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y se sustituirán por otros en buen estado. • Se contará con una bodega temporal para el almacenamiento de aceites, combustibles, pinturas, solventes y demás sustancias peligrosas los cuáles cumplan con lo establecido en el Artículo 82 del *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Por lo anterior, como mínimo contará con cercado, techo de materiales no inflamables y piso de concreto el cual contará con borde o sardinel perimetral del mismo material, canaletas y fosa de recuperación en caso de derrames, estará bien ventilado y debidamente señalizada. • Se deberá contar en el almacén con las fichas de seguridad de cada uno de los materiales peligrosos que se almacenen.			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		• Los recipientes donde se almacenen estos materiales peligrosos (Llamados así por sus características CRETIB. Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico o biológico infecciosas) estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales. • Las etiquetas de identificación colocadas en los contenedores de residuos peligrosos, deben indicar la información esencial con respecto a la identidad (nombre del residuo, nombre de la empresa a la que pertenece el contenedor), la clasificación (sólido o líquido), el peligro que puede causar y las medidas de seguridad que se han de respetar. • El manejo de residuos peligrosos deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra. • Se deberá llevar un control de los residuos generados en la obra, mediante una bitácora la cual debe contener la siguiente información: tipo de residuo, cantidad, unidad, tiempo promedio de almacenamiento en días, y la disposición final de acuerdo al tipo de residuo. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo para el formato de la			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		bitácora. • El manejo de materiales peligrosos, así como, los residuos peligrosos que se generen durante las etapas de operación y mantenimiento de la plaza, serán responsabilidad de los propietarios, para lo cual, se deberá contar con almacenes para su acopio que cumplan con la normatividad vigente y deberán contar con una empresa que cuenta con autorización para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos. • Se recomienda comprar productos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del usuario, como es el caso de pinturas y disolventes de origen natural o avalado por algún tipo de etiqueta ecológica que garantice un menor impacto. • Levantar una bitácora de funcionamiento tanto de la maquinaria como del equipo de operación. • Contar con bitácoras de cantidades generadas de residuos peligrosos. • El almacenamiento de materiales peligrosos se hará de acuerdo a las normas establecidas. • Durante el desarrollo de todas y cada una de las actividades relacionadas con la realización de las etapas de			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		preparación del sitio y construcción, los contratistas a través de los supervisores de turno, vigilarán que no se dispongan los residuos peligrosos en las áreas circundantes a la zona de obras, con la finalidad de evitar daños a elementos hídricos y edáficos, por ello las zonas para el almacenamiento estarán bien definidas y serán fácilmente identificables por cualquier operador. • Los envases de los productos químicos, una vez desocupados deberán canalizarse a un centro de acopio y transferencia, cuyo destino final deberá ser un centro de almacenaje para material tóxico, debidamente autorizado por la SEMARNAT. Esta actividad deberá ser convenida con la compañía que surta los productos agroquímicos • En caso de que se requiera usar agroquímicos durante la etapa de operación, estos serán los que estén permitidos y autorizados por la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). Además de aplicar las siguientes medidas: ➢ Leer cuidadosamente la etiqueta del contenedor con agroquímico y seguir			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		las indicaciones sobre dosificación y modo de empleo. ➢ Al aplicar los herbicidas, las personas responsables deberán utilizar la dosis mínima efectiva y hacer el menor número posible de aplicaciones de agroquímicos. ➢ El personal que lo aplique deberá estar adecuadamente protegidas con overol, guantes, mascarilla y botas de plástico, abstenerse de fumar y comer al momento de la aplicación, con el fin de evitar el contacto directo con los productos. ➢ En caso de contacto directo de la piel con los productos químicos, deberán lavarse las partes del contacto con abundante agua y jabón, y de ser posible bañarse. Esto último deberá seguirse como norma, al final de una jornada de aplicaciones.			
	➢ Altos consumos de agua. ➢ Cambios en los índices de absorción o pautas de drenaje. ➢ Afectación en la escorrentía	• Se realizarán pláticas de concientización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles manteniendo las normas de higiene y salubridad, y el adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos, y del cuidado del agua dentro del proyecto. • El predio del proyecto “PLAZA ROMEO	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor.	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta lo en las m prevención mitigación,

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
	superficial. ➢ Vertidos a un sistema público o privado de aguas residuales.	TULUM" tiene previsto mantener una superficie permeable de 1362.59 metros cuadrados, correspondientes a las áreas de conservación, a las ajardinadas y a las que contaran con pilotes y que representan el 86.54% de la superficie total del predio (1574.49 metros cuadrados) del proyecto; esta medida de mitigación tiene como objetivo principal mantener la infiltración pluvial hacia el manto freático y así mantener los niveles de agua subterránea de la zona. • Debido a que las áreas ajardinadas y de conservación con las que contara el predio solo cuentan con algunos individuos de flora, y con el fin de asegurar la recarga del manto acuífero, se realizaran trabajos de reforestación y enriquecimiento del suelo con especies de flora nativas provenientes de viveros autorizados y con el suelo rescatado dentro de las áreas de desplante. • Para la etapa de preparación del sitio y construcción, el agua será abastecida a través de pipas de agua, y acumulada en recipientes tipo rotoplas de 5,000 litros. • Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada 15 trabajadores de la obra. • Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de las áreas afectadas para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos, y de preferencia en		Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a la promovente copia de los registros de abastecimiento de agua potable por medio de pipas. - Se solicitará a la promovente copia de las autorizaciones para la concesión de los pozos de absorción de aguas tratadas. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a	revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerdo necesidades proyecto. - Se elaborará de cu

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		lugares con sombra. • Se deberá contar con letreros que señalen los sitios en donde se encuentran ubicados los sanitarios portátiles dentro de la obra. • Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada. • La limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles, así como la disposición adecuada de los residuos líquidos captados, la realizará una empresa especializada máximo cada tercer día. • El promovente solicitara a la empresa que se encargue de recolectar las aguas residuales provenientes de los baños portátiles, la autorización por parte de la autoridad correspondiente para el manejo y disposición de este tipo de residuos; lo anterior con el fin de evitar el mal manejo de estas aguas. • El promovente mantendrá en su poder los comprobantes de limpieza de los baños portátiles, para dar cumplimiento a lo solicitado por la autoridad. • Las actividades de construcción se realizaran lo más pronto posible posterior a los trabajos de preparación del sitio, con el fin de mantener por poco tiempo el suelo y el manto freático, expuestos. • No se deberá colocar o almacenar maquinaria y equipo, así como, ningún		cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores. - Otra de las funciones del supervisor será verificar el cabal cumplimiento de lo propuesto en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Líquidos y Peligrosos. - El supervisor en obra, se encargará de llevar una bitácora de la cantidad aproximada de residuos generados.	ambiental, c lo solicitad autoridad resolutivo.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		tipo de material o residuo peligroso y no peligroso fuera de los almacenes instalados para este tipo e residuos. • El encargado de la maquinaria y equipo que será utilizado durante el desarrollo del proyecto, deberán contar con procedimientos en caso de derrames accidentales o fugas de materiales o residuos peligrosos. Esto con el fin, de que cualquier persona pueda realizar actividades de mitigación en caso de requerirse y así evitar la contaminación del suelo y manto freático con residuos considerados como peligrosos. • En caso de derrames accidentales de materiales o residuos peligrosos, como son combustibles, aceite quemado, etc. se deberá colocar charolas de contención, como son lonas de plástico impermeables, recolectar la tierra contaminada y disponerla en contendores específicos para residuos peligrosos. La maquinaría deberá ser retirada del sitio del proyecto lo más pronto posible. • Los residuos sólidos que se acumulen en los centros de acopio, deberán ser retirados del predio máximo cada segundo día para evitar la formación de lixiviados, que puedan infiltrarse hasta el manto freático y contaminarlo. • Para la etapa operativa del proyecto se propone, la colocación de canaletas de aguas pluviales en el techo de la plaza para direccionar el agua pluvial hacia las			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		áreas ajardinadas (áreas permeables) del predio y así garantizar la recarga del manto acuífero, así como también, para enviar parte de esta agua a una cisterna ubicada dentro del predio del proyecto, • El agua potable en la etapa operativa de la plaza, será abastecida a través de pipas y la proveniente del agua de lluvia. • Se colocará una planta de tratamiento dentro del cuarto de maquinas del proyecto, la cual servirá para tratar las aguas residuales que se generen durante la operación de la plaza y obras complementarias. • Con respecto a la etapa operativa, se generarán aguas residuales provenientes de la plaza (aguas jabonosas y aguas negras), las cuales serán dirigidas mediante una red interna a la planta de tratamiento con la que contara el proyecto. • Se colocará un humedal artificial, el cual corresponderá a un área construida para la reproducción de manera controlada de los procesos biológicos, químicos y físicos de eliminación de contaminantes. Esta estructura estará conformada con piso y paredes concreto y abertura en la parte superior, contará en su interior con varias capas de material pétreo desde polvo, grava, piedra y finalmente un sustrato fértil para finalmente en su parte superior la colocación de planta acuáticas. Su función será aumentar la eficiencia en el			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		tratamiento de las aguas residuales previa disposición final al subsuelo o su reuso en actividades de riego. • Las técnicas de fitorremediación se caracterizan por ser una práctica de limpieza pasiva y estéticamente agradable que aprovechan la capacidad de las plantas y la energía solar para el tratamiento de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente (EPA, 1996). En esta técnica las plantas actúan como trampas o filtros biológicos que descomponen los contaminantes y estabilizan las sustancias metálicas presentes en el suelo y agua al fijarlos en sus raíces y tallos, o metabolizándolos tal como lo hacen los microorganismos para finalmente convertirlos en compuestos menos peligrosos y más estables, como dióxido de carbono, agua y sales minerales (Peña, 2001). • Las aguas tratadas resultantes de la planta de tratamiento interna, serán canalizadas hacia un humedal artificial. • El agua tratada proveniente de los humedales, será usada para el riego de jardines y para la recarga del acuífero. • De ser necesario, la promovente se encargará de solicitar la concesión de los pozos de absorción de aguas tratadas, ante la CNA. • Se llevará a cabo de forma periódica el análisis de aguas tratadas resultantes de la			

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		planta de tratamiento y humedal artificial, esto con el fin de garantizar que el agua resultante cumpla con los límites máximos permisibles en los parámetros de calidad del agua solicitados por la autoridad correspondiente. • Se contara con una bitácora en donde se registre el resultado de los análisis fisicoquímicos, que se realizaran periódicamente a las aguas tratadas que se generaran en el proyecto. • Los lodos producidos en la planta de tratamiento serán retirados de manera periódica por una empresa debidamente autorizada. • Se llevará dentro de la plaza una bitácora de servicio y recolección de lodos generados por la planta de tratamiento.			
	➢ Cambios en la calidad del aire del área causados por la emisión de partículas de polvo, CO_2 y otras partículas. ➢ Aumento en el rango de afectación por los niveles sonoros. ➢ Afectación al microclima	• Cumplir con la normatividad respecto a las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. • El material de relleno deberá ser transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para evitar el desborde por malas condiciones en el camino o por maniobras bruscas. Así como, evitar la dispersión de polvo sobre la vegetación que aun permanezca en pie dentro y fuera del predio del proyecto. • El material pétreo que permanezca en las zonas de maniobra para su	Preparación del sitio. Construcción	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta lo en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		acondicionamiento será impregnado con agua y cubierto mientras se utiliza. • La maquinaria y equipo deberá estar afinada y en óptimas condiciones para evitar emisiones contaminantes al aire fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes. • La maquinaria deberá permanecer apagada durante los lapsos que no se ocupen. • Durante la construcción que se propone se colocará una malla perimetral con cubierta plástica, con el fin de reducir la emisión de polvos al exterior de las áreas de aprovechamiento, sobre todo a la zona de playa. • Se llevará a cabo el mantenimiento continuo en talleres autorizado del equipo y maquinaria que sea utilizado en la obra, dicha actividad se llevará a cabo únicamente fuera del área del proyecto. • Los caminos de acceso al predio se deberán mantener húmedos para disminuir la suspensión de partículas, que pudiera afectar la flora y otros desarrollos cercanos al predio. • Se colocarán letreros que indiquen la velocidad máxima para circulación de los vehículos y camiones que ingresen a la zona de desarrollo del proyecto. La velocidad máxima permitida será de 20 km/h. • Se deberá iniciar con la etapa de		de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se solicitará a las empresas contratistas copia de los recibos del servicio de mantenimiento de la maquinaria y equipo que se encuentra dentro de la obra. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerdo necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		construcción de infraestructura inmediatamente después de terminar con los trabajos de preparación del sitio, esto con el fin de evitar la dispersión de polvos de las áreas y la elevación de la temperatura del sitio, y por lo tanto la afectación al microclima. • Se mantendrán en pie algunos individuos de flora localizados dentro de las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto. • En dichas áreas se llevarán a cabo trabajos de reforestación y enriquecimiento de los suelos, con el fin de disminuir el impacto que se da sobre el microclima del sitio. •			
	➢ Cambio en la abundancia de alguna especie. ➢ Cambios en la diversidad biológica del sitio. ➢ Propiciará condiciones de establecimiento de especies exóticas ➢ Afectación a especies bajo protección o endémica, o invasoras. ➢ Afectación a	• Se llevará a cabo la delimitación con malla y lona de las áreas de desplante del proyecto, procurando proteger los individuos de flora enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron localizados de forma aislada dentro del predio del proyecto. • Se mantendrán en pie todos los individuos de palma chit, que se localicen dentro del predio del proyecto. • Se llevará a cabo la remoción puntual de los individuos que no sean considerados como protegidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que interfieran con las obras del proyecto.	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana.	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta l en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental,

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
	especies silvestres de interés comercial. ➢ La pérdida de hábitat. ➢ Fragmentación de ecosistemas.	• Se llevará a cabo el retiro de los individuos de almendro malabar (*Terminalia catappa*) localizados dentro del predio del proyecto, por ser considerada una especie invasora que no permite el crecimiento de flora nativa cerca de él. Esto como resultado de la sombra que produce su copa, la cantidad de hojas que caen al suelo y por la extensión de sus raíces. • Los individuos removidos serán trasladados a un área específica dentro del predio del proyecto, para ser triturados. • Se mantendrá una superficie de 23.87 m^2 como áreas ajardinadas, las cuales junto con el área de conservación (1208.08 metros cuadrados) y las áreas techadas en donde no se siembren pilotes, representaran las áreas permeables con las que cuente el predio. • Dentro de las áreas ajardinadas y de conservación, se llevarán a cabo trabajos de reforestación y enriquecimiento del suelo. • Las plantas que serán utilizadas para la reforestación serán adquiridas en viveros autorizados y se colocaran en el área destinada a jardines, procurando ser trasplantadas lo más pronto posible.		- Se solicitará al promovente la relación de plantas que serán utilizadas para el enriquecimiento de las áreas ajardinadas y de conservación, tomando en cuenta que no se pueden utilizar especies consideradas como invasoras y exóticas. - Se solicitara al promovente la copia de la compra de plantas a viveros autorizados. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerdo necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		• Se mantendrá vigilancia sobre los trabajadores con el fin de prevenir daños a flora. • Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte o extraiga de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna que transite por el predio. • Se establecerá un horario de trabajo del personal y de los equipos, limitándose a un horario diurno (7:00 a 18:00 horas). • Se colocaron letreros indicativos y restrictivos de inducción ambiental, con el fin de establecer un código de conducta interno, que deberá ser cumplido por el personal que trabaje en las diferentes etapas del proyecto. • Se llevarán a cabo actividades de limpieza rutinarias en los márgenes del predio que colinden con las áreas ajardinadas y conservadas. • Durante la etapa de operación se colocarán letreros informativos y restrictivos en las áreas ajardinadas y de conservación, en los cuales se hará énfasis acerca del cuidado de la flora del sitio.			
	➢ Cambio en la abundancia de alguna especie. ➢ Cambios en la	• Antes de iniciar con las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de verificar que no exista fauna en el área de estudio, la cual pueda ser	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el	- Se elaborará semanales condiciones ambientales

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
	diversidad biológica del sitio. ➢ Propiciará condiciones para el establecimiento de fauna nociva o invasora. ➢ Afectará la movilidad de la fauna (efecto barrera). ➢ Creación y colonización de nuevos hábitats.	afectada por los trabajos de preparación del sitio y construcción. • Se colocarán letreros que indiquen a los trabajadores que no se moleste, capture o dañe la fauna que pudiese transitar en el área de influencia. • Quedará estrictamente prohibida la introducción de especies exóticas, silvestres o domésticas, principalmente perros y gatos. • El manejo de residuos debe ser adecuado en contenedores con tapa, para evitar la proliferación de fauna nociva. • Se propone como medida de compensación la reforestación y enriquecimiento con plantas nativas de la superficie correspondientes a las áreas ajardinadas y áreas de conservación. Las plantas que se utilicen para enriquecer las áreas ajardinadas y de conservación, serán provenientes de viveros autorizados. Las áreas que serán restauradas, podrán fungir como sitios de anidación, refugio y alimento de algunas especies de fauna que sean ido adaptando a la presencia humana. • Debido a la cercanía del predio con la zona de playa, no se permitirá la colocación de lámparas que pudieran iluminar esta zona. • Durante las tres etapas del proyecto, se colocarán algunas señalizaciones para reforzar la transmisión de las medidas propuestas, sobre todo en la periferia de		cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, para verificar que no se afecta la fauna que transita por el sitio. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	del proyect en cuenta l en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		las áreas ajardinadas en la etapa operativa. - No alimentar a la fauna. - Indicarán qué animales podrían transitar en la zona. - No molestar a la fauna. - No depositar residuos fuera de las zonas indicadas. - No provocar ruido innecesario. - No remover, colectar o dañar vegetación. - No remover, colectar o dañar ningún tipo de fauna.			de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborar de cu ambiental, lo solicita autoridad resolutivo.
elo	➢ Provocará un impacto en una superficie de gran tamaño.	• Únicamente se realizarán trabajos de preparación del sitio y construcción, en las áreas autorizadas, y en apego a lo establecido en los criterios de la UGA Ff-3 del POET Corredor Cancún Tulum y a lo que indica la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INGE, marca el predio del proyecto como Asentamientos humanos (AH). • Delimitar el área de trabajo ya sea con palizadas, malla electrosoldada, cinta de seguridad o cualquier otro mecanismo. • Quedará prohibido el transito del personal a áreas fuera del proyecto, sobre todo las colindantes con la zona de playa cercana al predio del proyecto.	Preparación del sitio. Construcción	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el	- Se elaborar semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta l en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
		• Se evitará la disposición de restos de material pétreo fuera de las áreas de trabajo.		levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.
ana	➢ Expondrá a las personas a riesgos potenciales para su seguridad (atropellamientos	• Todo trabajador que ingrese al área del proyecto, deberá contar con el equipo de seguridad básico, es decir, chaleco antireflejante, casco y botas con casquillo. • Se contará en el área del proyecto con	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta l

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
	, accidentes vehiculares, accidentes de trabajo etc.). ➢ Aumentará el riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos. .	botiquín de primeros auxilios en caso de algún accidente. • Se darán pláticas de inducción ambiental, que hagan referencia al uso del equipo de seguridad. • Se contará con letreros con gráfico que hagan alusión al uso del equipo de seguridad.		mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - Se vigilará que todo trabajador en obra lleve consigo el equipo de seguridad e higiene necesarios para garantizar su integridad. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
					proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.
	➢ Cambiará significativament e la escala visual o el carácter del entorno próximo.	• Se colocarán los recipientes de residuos necesarios para evitar la dispersión de la basura dentro y en los alrededores del sitio del proyecto. • Colocar una malla de protección durante las actividades de preparación y construcción del proyecto. • El movimiento de material se programará, con el fin de no provocar conflictos viales en la zona. • Se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente. • No se permitirá almacenar residuos sólidos sobre las banquetas o vía pública. • Solo se almacenará material pétreo dentro del predio del proyecto. • Los trabajos de reforestación de las áreas ajardinadas y de conservación del predio del proyecto, mejoraran el panorama puntual del predio del proyecto.	Preparación del sitio. Construcción Operación	Se contratará a una persona encargada de la supervisión ambiental en obra y un asesor ambiental, que verifique el cumplimiento puntual de las medidas de prevención y mitigación propuestas para este factor. Entre las actividades del supervisor ambiental en campo estarán las siguientes: - Se harán recorridos por la mañana y tarde en el área de desplante del proyecto, por lo menos una vez por semana. - Se llevará a cabo el levantamiento de bitácoras de las actividades realizadas para prevenir y mitigar los impactos que se generen de acuerdo a la etapa. - El supervisor ambiental en obra dará las pláticas de	- Se elaborará semanales condiciones ambientales del proyect en cuenta l en las m prevención mitigación, revisará cumplimien observacion la semana a - Quincenalm supervisor en obra y ambiental, reuniones supervisor jefes contra determinar cumplimien una de las prevención mitigación. - Como resul reuniones se

biental	Indicador de Impactos	Medidas de mitigación propuestas	Etapas de aplicación de las medidas de mitigación	Procedimiento de Supervisión	Procedimien Corrección Aplicación d
				inducción ambiental para los trabajadores en obra. Las pláticas se llevarán a cabo por grupos considerando el nivel escolar de los trabajadores.	minutas y s los compr materia adquiridos supervisor d contratistas. también, correccione que se pued las establecidas de acuerd necesidades proyecto. - Se elaborará de cu ambiental, d lo solicitad autoridad resolutivo.

VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA

VIII.1 Formatos de presentación

Se entregan dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, se entregan un juego de cuatro discos compactos conteniendo la Manifestación de Impacto Ambiental, Anexos y el Resumen Ejecutivo.

VIII.1.1 Planos definitivos

Se presentan en el anexo II.

VIII.1.2 Fotografías

Se incluyen en el estudio y en anexo IV.

VIII.2 Otros anexos

Anexo I.- Documentación legal del promovente y del predio.
Anexo III. Cartas temáticas del proyecto.

VIII.3 Referencias

- ANIDE. 2013. *Propuesta de Programa de Adaptación ante la Variabilidad Climática del Sector Turismo en la Riviera Maya: Tulum, Quintana Roo*. Fondo Sectorial SECTUR CONACYT: SECTUR, Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C, ESTUR, CONACYT.
- ArandaCirerol, N., Comín, F., & Herrera-Silveira, J. (2011). Nitrogen and phosphorus budgets for the Yucatán littoral: an approach for groundwater management. *Environmental monitoring and assessment*, *172*(1-4), 493-505.
- Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, Quintana Roo. 2015. Tulum: SEDATU, Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos.
- Barea-Luchena, J. 1995. Geología del Karst desde el punto de vista del espeleólogo. *Boletín Espeleológico*, SECJA, 1: 46-52.
- Batllori Sampedro, E. 2016. Condiciones actuales del agua subterránea en la península de Yucatán. En M. Chávez Guzmán (Ed), *El manejo del agua a través del tiempo en la Península de Yucatán*. México, Universidad Autónoma de Yucatán, Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, Unidad de Ciencias Sociales, Fundación Gonzalo Río Arronte IAP, Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán.
- Bautista, F. 2005. Información edafológica para el manejo de los recursos naturales, p. 1-8- En F. Bautista y G. Palacio (Eds.), *Caracterización y Manejo de los suelos de la Península de*

Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. México, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, 262 p.

- Bautista, F., Palacio, G., Ortíz-Pérez, M., Batllori-Sampedro, D. y M. Castillo-González. 2005. El origen y manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán, *en* Bautista, F., Palacio, G. (eds.), *Caracterización y Manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales.* México, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, 33-58.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y J.A. Zinck. 2011. Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. *Geomorphology*, 135: 308-321
- Beddows, P.A., Smart, P.L., Whitaker, F.F. y S.L Smith. 2002. Density stratified groundwater circulation on the Caribbean Coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Karst Frontiers*. Karst Waters Institute Special Publication, 7: 129-134.
- Blair, R.W. 1986. Karst Landforms and Lakes (en línea): NASA, Geomorphology from Space, Chapter 7, <http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/>.
- Bonet, F. y J. Butterlin. 1962. *Stratigraphy of the northern part of the Yucatán Peninsula, Guide Book: Field Trip to Peninsula of Yucatan.* USA, New Orleans, New Orleans Geologycal Society, 52-57.
- Boose, E.R.; Foster, D.R.; Plotkin, A.B. y Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatán peninsula. En: Gómez-Pompa A, Allen MF, Fedick SL, Jiménez-Osorio JJ (Eds). *The lowland Maya area: three millennia at the human wildland interface,* pp. 495-516. Food Products Press, Binghamton, New York.
- Camacho-Cruz, K., Ortiz-Hernández, M., Sánchez-Gonzalez, A., Carrillo-Bibriezca, L., y Jesús-Navarrete, A. 2017. Calidad del Agua y Bioindicadores en el Caribe Mexicano. *XXIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar*.
- Canter, L.W. 1997. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto ambiental. 2ª edición. McGraw Hill. Madrid. 841 pp.
- Céspedes-Flores, S., y Moreno-Sánchez, E. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental*, 2(2): 5-13.
- CONAGUA. 2012. *Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán*. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. 2015. *Atlas del Agua en México 2015*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. 2016. *Atlas del agua en México 2016*. México: SEMARNAT, CONAGUA.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2003). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Mundi-Prensa, Madrid. 412 pp.
- ECOSUR. 2012. *Estrategia Regional de la Península de Yucatán para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal*. CONAFOR, SEMARNAT, Gobierno del Estado de Yucatán, Gobierno del Estado de Campeche, Gobierno del Estado de Quintana Roo, ECOSUR.
- Ellis, E.A., Hernández-Gómez, I.U y Romero-Montero, J. A. 2017. Los procesos y causas de cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán, México. *Ecosistemas*, 26(1): 101-111.
- Escobedo Cabrera, E., A. Ramírez Santamaría, Y. Esquivel Pérez y C. Pozo de la Tijera. 2002b. Mamíferos terrestres del santuario del manatí: Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México, y

su área de influencia. En: F.J. Rosado-May, R. Romero Mayo y A. De Jesús Navarrete (Eds.). Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Q. Roo, México, p 107-114.

- Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O. y A. Pereira. 2014. Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 31 (1): 127-137.
- García-Rubio, G., Schmook, B. y I. Espejel-Carvajal. 2005. Dinámica en el uso del suelo en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM*, 58: 122-139.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muniz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (eds), 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 p.
- Gómez Orea, D. 2003. Evaluación del Impacto Ambiental. Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española: Madrid, 750 pp.
- Haynes, D., Brodie, J., Waterhouse, J., Bainbridge, Z., Bass, D., *et al*. 2007. Assessment of the water quality and ecosystem health of the great barrier reef (Australia): Conceptual models. *Environmental Management*, 40, 993–1003.
- Hernández-Terrones, L., Rebolledo-Vieyra, M., Merino-Ibarra, M., Soto, M., Le-Cossec, A., y Monroy-Ríos, E. 2011. Groundwater pollution in a karstic region (NE Yucatan): baseline nutrient content and flux to coastal ecosystems. Water, Air, & Soil Pollution, 218(1-4), 517-528.
- Hirales-Cota, M., Espinoza-Avalos, J., Schmook, B., Ruiz-Luna, A., Ramos Reyes, R. 2010. Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México. *Ciencias marinas*, 36 (2): 147-159.
- INE. 2006. *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones*. México.
- INEGI. 2002. *Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- INEGI. 2005. *Guía para la interpretación cartográfica climatológica*. México: 13 pp.
- INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad.
- INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía de suelo y vegetación. Escala 1:250,000.
- INEGI. 2015a. Panorama Sociodemográfico de Quintana Roo. México: 21 pp.
- INEGI. 2015b. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Quintana Roo. 92 pp.
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2016. México.
- INEGI. 2018. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. México: 405 pp.
- IUSS Working Group WRB. 2015. *Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema Internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos*. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.
- Islebe, G.A., Torrescano-Valle, N., Valdez-Hernández, M., Tuz-Novelo, M. y H. Weissenberg. 2009. Efectos del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, 11 (1): 1-6.
- Jauregi, E. 1989. Los huracanes prefieren a México. *Información Científica y Tecnológica. CONACYT*, México 11 (155): 32-39.
- Kresic, N. 2013. *Water in karst: management, vulnerability, and restoration* (p. 708). New

York: McGraw-Hill.

- Lapointe, B. E., O'Connell, J. D., y Garrett, G. S. 1990. Nutrient coupling between on-site sewage disposal systems, groundwaters, and nearshore surface waters of the Florida keys. *Biogeochemistry*, 10(3), 289–307.
- López-Ramos, E., 1975, Geological summary of the Yucatan Peninsula, En: Naim, A.E.M. (ed.), The Gulf of Mexico and the Caribbean: New York, *Plenum Press*: 257-282.
- Lugo-Hubp, H. J., Aceves-Quesada, J. F. y R. Espinoza-Pereña. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán: Universidad Nacional Autónoma de México, *Revista del Instituto de Geología*, 10(2): 143-150.
- Magrin, G. O., M. L. Travasso, M. O. Grondona y G. R. Rodríguez (2007), *Variabilidad climática, cambio climático y sector agropecuario*.
- Márdero, S., Nickl, E., Schmook, B., Schneider, L., Rogan, J., Christman, Z., y D. Lawrence. 2012. Sequías en el sur de la Península de Yucatán: análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación. *Investigaciones geográficas*, 78: 19-33.
- Mascorro, V.S., Coops, N.C., Kurz, W.A., Olguín, M. 2014. Atrributing changes in land cover using independent disturbance datasets: a case study of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Regional Environmental Change* 16: 213–228.
- Moore, Y. H., Stoessell, R. K., & Easley, D. H. (1992). Fresh-Water/Sea-Water Relationship Within a Ground-Water Flow System, Northeastern Coast of the Yucatan Peninsula. *Groundwater*, *30*(3), 343-350.
- NOM–059–SEMARNAT–2010. Norma Oficial Mexicana que describe las especies bajo estatus de conservación.
- Orellana, R., C. Espadas, C. Conde y C. Gay. 2009. *Atlas Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán*, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán y Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM, Mérida, Yucatán, México.
- Ordoñez-Crespo, I. y M. García-Rodríguez. 2010. Formas Kársticas comunes de los cenotes del Estado de Quintana Roo (México): M+A *Revista electrónica de Medio Ambiente*, 9: 15-35.
- Pereira-Corona, A., Fragoso-Servón, P. y O. Frausto-Martínez. 2016. Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. *GEOS*, 36 (2): 275-290.
- Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018. 2017. H. Ayuntamiento de Tulum.
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030. 2007. Gobierno Municipal de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.
- Robbins, C. S., J. R. Sauer, R. S. Greenberg y S. Droege. 1989. Population declines North American birds that migrate to the tropics, *Proc. of National Academy of Sciences*, 86 (19): 7658-7662.
- Rosengaus, M., Jiménez, M. y M. T. Vázquez Conde. 2002. *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México*. México: CENAPRED, IMTA
- SEMARNAT, Dirección de Geomática, (2004). *Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000*, escala: 1:250000. México, Distrito Federal.
- Servicio Geológico Mexicano. 2017. *Sismología en México (en línea)*. < https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-deMexico.html>
- Strahler, A. y Z. Merali (2008), *Visualizing physical geography*, Wiley Visualizing y The National Geographic Society.
- Tello, H. A. 2011. Suelos. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera

Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.

- USGS. 2017. *Karst Topography*. U.S. Geological Service. <https://geomaps.wr.usgs.gov/parks/cave/karst.html>
- Weidie, A. E. 1985. Geology of Yucatan Platform. In: Ward W. C., Weidie A. E., Back, W. (Eds). *Geology and hidrogeology of the Yucatan and Quaternary geology of northeastern Yucatan Peninsula*. New Orleans Geological Society. New Orleans, L. A.
- Wilson, E. O. (1988), *Biodiversity*, National Academy Press, Washington, D.C., EUA.
- Woodwell, G. M., J. E. Hobie, R. A. Houghton, J. M. Mellilo, B. J. Peterson, G. R. Shaver, T. A. Stone, B. Moore and A. B. Park (1983), *Deforestation measured by landsat: steps toward a method*, DOE, Springfield, Virginia, EUA.