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

I.1. Nombre del proyecto

La Gran Palmera.

Lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario mixto de tipo privado con áreas recreativas y amenidades.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

COPROPY, Sociedad Anónima de Capital Variable.

I.2.2. Nombre y cargo del representante legal

Protegido en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y/o de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.3. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Protegido en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y/o de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

Consultores en Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, S.C.P.

I.3.2. Registro federal de contribuyentes o CURP

CPM000718R39

I.3.3. Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental

[redacted]

I.3.4. Correo(s) electrónico(s)

[redacted]

La declaración bajo protesta de decir verdad firmada se presenta adjunta a esta Manifestación, en la carpeta como parte del expediente.

I.4. Ubicación del proyecto

El polígono del proyecto se localiza en el Tablaje Catastral 545 de la localidad y municipio de Dzemul, Yucatán; a la altura del Km 10.01 de la carretera Dzemul-Xtampú. Se ubica inmediatamente adyacente a dicha carretera. Cuenta con una superficie total de 411,581.09 m^2.

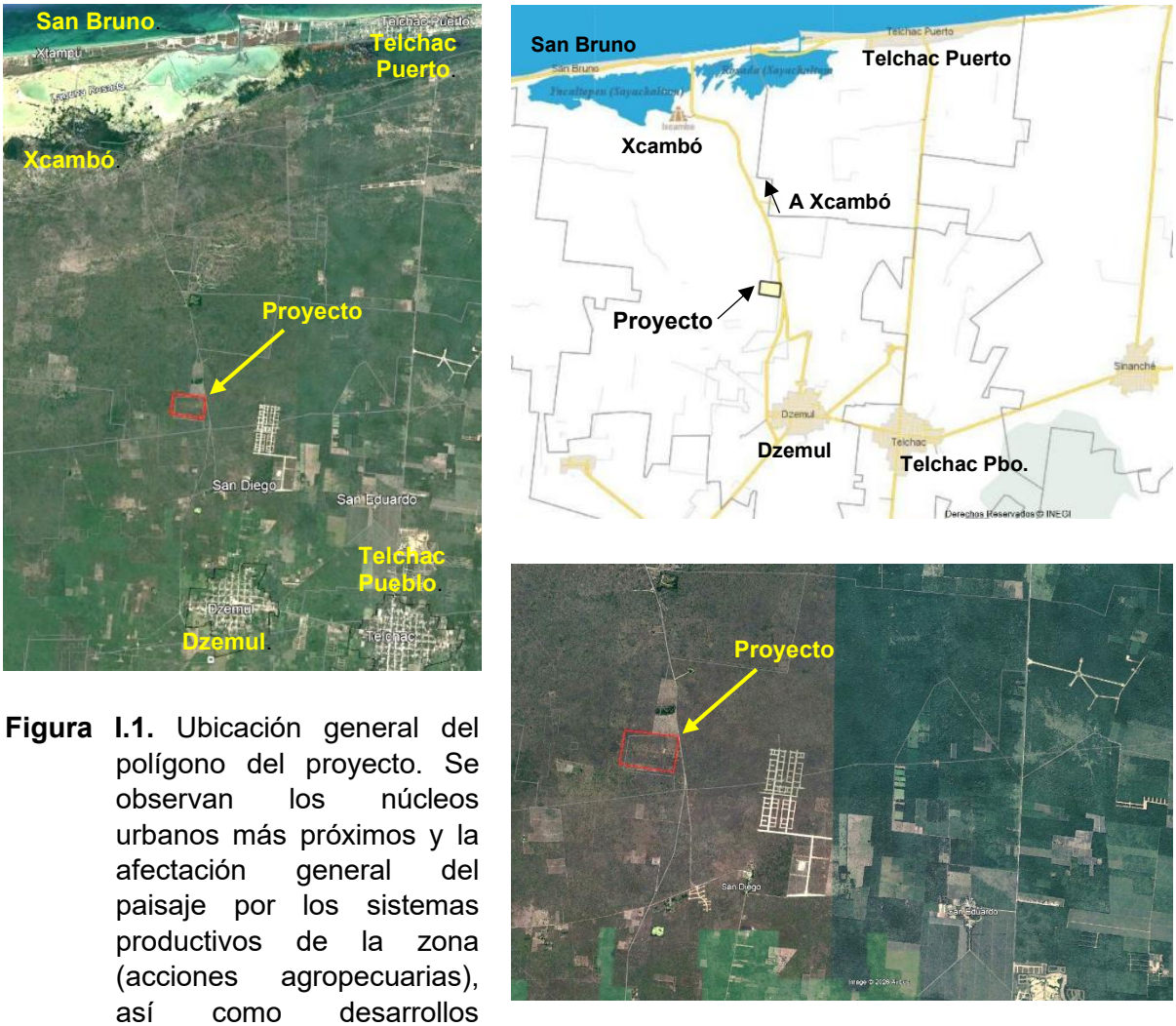

Figura I.1. Ubicación general del polígono del proyecto. Se observan los núcleos urbanos más próximos y la afectación general del paisaje por los sistemas productivos de la zona (acciones agropecuarias), así como desarrollos inmobiliarios.

El predio se localiza a unos 4.5 km al norte de la actual mancha urbana de Dzemul.

Al polígono del proyecto se accede por la carretera Baca-Xtampú, tramo Dzemul-Xtampú, hacia el norte, a la altura del Km. 10.01 de esta vialidad, lado izquierdo. O bien, a través de la carretera costera de Progreso - Telchac Puerto y a la altura de Xtampú tomando al sur hacia Xcambó y Dzemul.

Se presentan en los anexos técnicos de esta Manifestación, los planos georreferenciados en UTM, Datum WGS84; archivos en formato shapefile, KML/KMZ o CSV del polígono general y de cada uno de los componentes del Proyecto; así como de los polígonos de las superficies de intervención y afectación referidas en la tabla de superficies generales del proyecto (en formato PDF y/o DWG).

La ubicación geográfica del polígono del proyecto se presenta a continuación.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del proyecto
(UTM, datum WGS 84, Región 16 Q).

V	Longitud (X)	Latitud (Y)
1	259,639.871	2,352,196.120
2	259,648.551	2,352,124.141
3	259,593.591	2,351,667.436
4	258,804.371	2,351,798.324
5	258,862.211	2,352,294.968
1	259,639.871	2,352,196.120



Figura I.2. Vértices del predio del proyecto, referidos en la tabla I.1. de coordenadas.

En los anexos técnicos se presenta el plano del polígono con la superficie requerida para la implementación del proyecto.

En dicho plano se presentan las áreas y coordenadas generales del polígono total y la infraestructura relevante prevista por el presente proyecto.

Áreas Verdes y de Conservación

De la superficie total de 411,581.09 m^2 con que cuenta el polígono, el área de conservación del proyecto (125,591.55 m^2) representa el 30.51%. Asimismo, el área de Jardín (área verde ajardinada) del proyecto constará de 82,001.16 m^2, lo que corresponde al 19.92% del polígono. Ambas superficies en conjunto mantendrán la vegetación y sustrato naturales presentes en el polígono del proyecto.

Las acciones de desmonte y despalme no tendrán lugar en estos 207,592.71 m^2 que conforman el 50.44% del terreno correspondientes a las áreas de conservación y verdes ajardinadas, es decir, no serán afectadas y mantendrán sus características actuales de cobertura vegetal y sustrato.

La superficie de conservación y la verde ajardinada del proyecto, que mantendrá la vegetación nativa y el suelo natural permeable presentes, se conformará en la poligonal siguiente:

Tabla I.2. Coordenadas del polígono del Conservación del proyecto (UTM, datum WGS 84, Región 16 Q).

VÉRTICE	Y	X
P1	2,352,231.4116	259,362.2905
P2	2,351,195.8594	259,366.8219
P3	2,352,253.9410	258,981.1215
P4	2,351,892.4284	258,940.1448
P5	2,351,776.5110	259,639.8105
P6	2,351,667.4360	259,593.5910
P7	2,351,798.3240	258,804.3710
P8	2,352,294.9680	258,862.2110
Superficie de Conservación: 125,591.55 m^2		

Coordenadas de otras áreas de relevancia

Las coordenadas para la ubicación de otros elementos relevantes del proyecto, son las siguientes:

Tabla I.3. Coordenadas de referencia del área de disposición de residuos, PTAR, Crystal Lagoon y Casa Club (UTM).

Área de Disposición Temporal de Residuos		
Punto	**Y**	**X**
D1	2,352,175.4847	259,629.4312
D2	2,352,163.5714	259,630.8669
D3	2,352,162.1352	259,618.9535
D4	2,352,174.0485	259,617.5178

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
Punto	**Y**	**X**
E1	2,352,165.1312	259,614.5640

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
Punto	**Y**	**X**
E2	2,352,152.2251	259,616.1198
E3	2,352,149.3528	259,592.2931
E4	2,352,162.2589	259,590.7373

Lago Artificial (Crystal Lagoon)		
Punto	**Y**	**X**
L1	2,351,941.0543	259,335.2140
L2	2,351,940.8122	259,321.4328
L3	2,351,931.1470	259,310.5694
L4	2,351,932.8100	259,298.1500
L5	2,351,941.1182	259,282.4619
L6	2,351,941.5640	259,271.0531
L7	2,351,929.4125	259,261.3284
L8	2,351,911.5309	259,259.1170
L9	2,351,895.1278	259,273.6542
L10	2,351,894.0152	259,286.9104
L11	2,351,902.1648	259,308.2341
L12	2,351,910.4593	259,322.6510
L13	2,351,909.8145	259,334.1207
L14	2,351,913.4312	259,342.8596
L15	2,351,924.0159	259,343.1185
L16	2,351,931.2290	259,340.5641
L17	2,351,937.6415	259,341.0028

Casa Club		
Punto	**Y**	**X**
C1	2,351,941.5684	259,184.2230
C2	2,351,912.1052	259,165.4518
C3	2,351,910.3340	259,152.0941
C4	2,351,896.4417	259,150.1158
C5	2,351,872.1093	259,162.8835
C6	2,351,874.6541	259,181.9427
C7	2,351,901.2290	259,183.1164

Tabla I.4. Coordenadas de referencia para las Amenidades (UTM).

Amenidades		
Punto	**Y**	**X**
A0	2,352,050.5290	259,521.5670
A1	2,351,195.8594	259,366.8219
A2	2,352,253.9410	258,981.1215
A3	2,352,034.1840	259,582.4110
A4	2,352,118.4205	259,352.0914
A5	2,352,145.8920	259,364.5512
A6	2,352,069.1028	259,237.1145

Amenidades		
Punto	**Y**	**X**
A7	2,352,032.5514	259,085.3940
A8	2,352,112.5408	258,958.4112
A9	2,351,911.3320	259,209.8145
A10	2,351,902.1485	259,422.3110
A11	2,351,914.8814	259,620.1142
A12	2,351,791.4508	259,478.1124
A13	2,351,811.0214	259,489.2315
A14	2,352,179.0543	259,410.1358

Vialidades Internas

Tabla I.5. Coordenadas de las Vialidades del proyecto (UTM).

COORDENADAS UTM VIALIDADES		
PUNTO	LONGITUD Y (M)	LONGITUD X (M)
B1	2,352,643.3813	259,643.3913
B2	2,352,131.5215	259,648.3976
B3	2,352,164.9102	259,583.8415
B4	2,352,124.0324	259,591.9210
B5	2,352,151.8411	259,482.0118
B6	2,352,090.8722	259,491.7340
B7	2,352,057.2210	259,469.3145
B8	2,352,112.3916	259,460.1147
B9	2,352,126.9804	259,331.4124
B10	2,352,107.6534	259,328.8210
B11	2,352,132.7485	259,305.1147
B12	2,352,093.8821	259,263.9110
B13	2,352,054.5106	259,258.6214
B14	2,352,056.2415	259,245.0018
B15	2,352,030.5471	259,181.1215
B16	2,352,084.1450	259,155.0132
B17	2,352,098.8856	259,117.8424
B18	2,352,103.4514	259,481.1245
B19	2,352,132.0815	259,477.1350
B20	2,352,126.9214	259,440.9122
B21	2,352,165.1340	259,435.1210
B22	2,352,176.8845	259,526.4115

COORDENADAS UTM VIALIDADES		
PUNTO	LONGITUD Y (M)	LONGITUD X (M)
B23	2,352,114.7712	259,354.8142
B24	2,352,155.1205	259,349.1124
B25	2,352,148.7410	259,303.8410
B26	2,352,032.6104	259,453.6412
B27	2,352,069.4124	259,458.1140
B28	2,352,001.9122	259,410.1245
B29	2,352,042.8415	259,589.6210
B30	2,352,079.1340	259,598.4118
B31	2,352,015.3110	259,590.9340
B32	2,352,008.2415	259,457.3112
B33	2,352,001.3916	259,528.1147
B34	2,352,094.2155	259,566.1240
B35	2,351,988.4210	259,484.0911
B36	2,351,986.1142	259,500.1245
B37	2,351,774.6214	259,471.8410
B38	2,351,769.7118	259,471.1350
B39	2,351,770.1540	259,475.0412
B40	2,351,761.4211	259,474.3115
B41	2,351,762.5412	259,487.4110
B42	2,351,822.0105	259,492.3418
B43	2,351,853.4811	259,503.6124
B44	2,351,858.1205	259,544.1122

COORDENADAS UTM VIALIDADES		
PUNTO	LONGITUD Y (M)	LONGITUD X (M)
B45	2,351,887.6214	259,561.4510
B46	2,351,813.4110	259,551.0245
B47	2,351,762.6104	259,551.4112
B48	2,351,760.0125	259,451.3418
B49	2,351,794.6114	259,454.8110
B50	2,351,829.5410	259,457.6214
B51	2,351,870.1245	259,461.1240
B52	2,351,869.1142	259,461.1240
B53	2,351,934.4210	259,455.5110
B54	2,351,959.0118	259,457.5412
B55	2,351,957.3412	259,440.8245
B56	2,351,944.2205	259,404.2110
B57	2,351,883.0110	259,388.4514
B58	2,351,880.8214	259,368.3712
B59	2,351,824.5110	259,362.7410
B60	2,351,811.8211	259,361.5124
B61	2,351,796.9104	259,360.0215
B62	2,351,821.1240	259,326.7412
B63	2,351,763.5412	259,388.6110
B64	2,351,774.6214	259,471.8410
B65	2,351,769.7118	259,471.1350

En los anexos técnicos de esta Manifestación se presentan estas coordenadas en formato Excel. En la tabla siguiente se presentan las coordenadas de las vialidades del proyecto.

I.4.1. Selección del sitio

Los criterios seguidos para la selección del sitio fueron los siguientes:

.

1. El polígono del proyecto se ubica inmediatamente adyacente a la carretera Baca-Xtampú, tramo Dzemul-Xtampú, en el municipio de Dzemul, lo que le confiere de facilidad de acceso para los particulares que transitan por la zona y los habitantes de toda la región. La zona cuenta con el potencial para establecer un área habitacional, comercial y de servicios.



Figura I.3. Carreteras de acceso al sitio del proyecto (indicado como el polígono amarillo).

2. El terreno y sus alrededores han sido modificados con anterioridad por los usos productivos agropecuarios, por lo que el área cuenta con vegetación perturbada en todo el predio. La vegetación se encuentra compuesta en su mayor parte por vegetación secundaria.

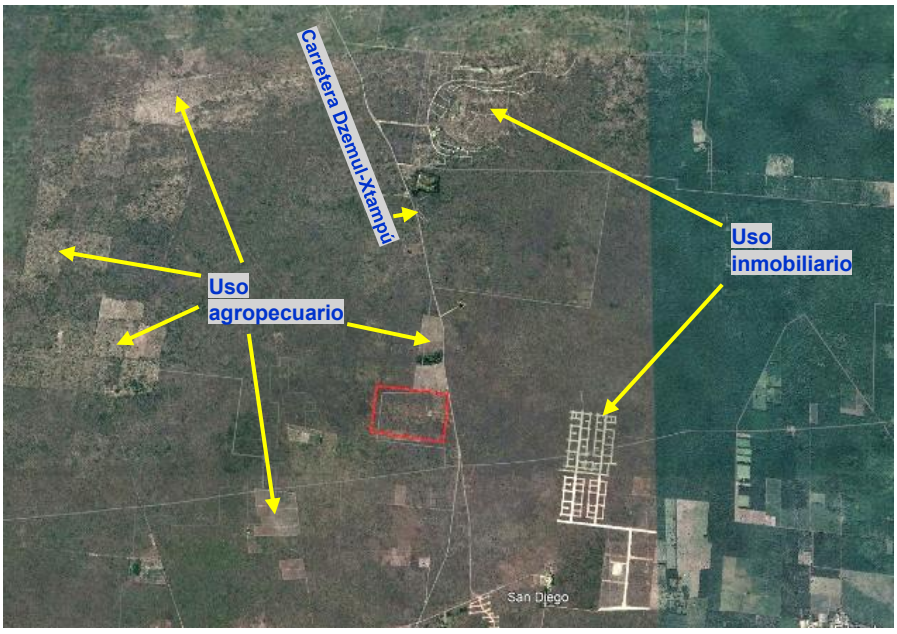

Figura I.4. Paisaje general de la zona del proyecto.

3. El paisaje de la zona está compuesto principalmente por sistemas productivos agropecuarios dispersos, terrenos sin uso aparente (rústicos) y terrenos de uso inmobiliario con varios desarrollos en proceso de implementación, por lo que este proyecto formará parte del paisaje presente y en desarrollo de la zona.

4. No será necesario implementar una nueva vialidad.

5. La promovente tiene la posesión legal del predio.

6. Se cuenta con las dimensiones suficientes para desarrollar el proyecto, con una adecuada optimización de espacios.

7. No se ubica dentro de áreas naturales protegidas, zonas arqueológicas y/o históricas, así como sitios o predios sujetos a rehabilitación o restauración ecológica.

8. No se ubica dentro de zonas de preservación ecológica, de fomento ecológico, áreas forestales protegidas y/o de preservación agrícola.

9. Se localiza cercana a la actual mancha urbana de Dzemul, donde existe infraestructura de comercio y servicios. Asimismo, se ubica a unos 30 min de la ciudad de Mérida.

10. Se tiene factibilidad de extensión y dotación de energía eléctrica de la CFE al proyecto.

11. En la superficie del polígono se registraron pocas especies catalogadas bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

12. El proyecto se encuentra en una zona perturbada debido al uso agropecuario extendido y la cercanía con la Carretera Dzemul - Xtampú.

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.5.1. Obras y Actividades

El proyecto denominado “La Gran Palmera” trata de la lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario mixto de tipo privado con áreas recreativas y amenidades.

El área vendible del proyecto se conformará por 290 lotes individuales, 7 macrolotes, un espacio para Villas-Hotel y dos espacios para multifamiliares; así como vialidades, casa club, planta de tratamiento de aguas residuales, amenidades deportivas, entre otros.

De manera general, el proyecto contará con las siguientes obras en un predio que cuenta con una superficie total de 411,581.09 m^2:

- 290 lotes individuales,
- 7 macrolotes,
- Espacio para Villas-Hotel,
- 2 espacios para multifamiliares, cada una con 72 unidades;

- Vialidades,
- Casa club (parte de las amenidades),
- Laguna artificial (Crystal Lagoon),
- 16 espacios de amenidades (incluida la casa club),
- Planta de tratamiento de aguas residuales (en la esquina noreste del polígono),
- Área de disposición temporal de residuos,
- Caseta de acceso (vigilancia),
- Amplias áreas ajardinadas,
- Área de conservación.

Los 16 espacios de amenidades estarán conformados de la siguiente manera (un espacio puede contener dos o más amenidades):

- Casa club,
- 2 canchas de pádel,
- 3 canchas de pickleball
- Parque infantil
- Pro-Shop de pádel
- Cancha de futbol de arena
- 2 canchas de futpong
- Cancha de volleyball de playa
- Área de asadores y picnic con baños
- Parque extremo
- 2 Áreas de descanso
- Zona Zen
- Área de ejercicio al aire libre y calistenia
- Cancha de fútbol

Por su parte, la casa club contará con servicios tales como restaurantes, baños, recepción, oficinas administrativas, salón de eventos, salón VIP, sports bar, ludoteca, teens club, área de co-work, gimnasio, salón de usos múltiples, faro-mirador, cigar room, cava room, andén de carga y estacionamiento para 60 autos.

La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf.

Ver el plano de proyecto en los anexos técnicos para detalles.

La vocación productiva actual del sitio es evidente dada la existencia de varios desarrollos inmobiliarios en proceso en las colindancias mediatas, así como diversos sistemas productivos (agropecuarios) en las colindancias inmediatas. El propio sitio del proyecto es un predio donde existió por muchos años un rancho (uso agropecuario).

I.5.2. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Durante la etapa de preparación del sitio y en la etapa de construcción, se emplearán materiales de construcción y se contará con equipos para uso de los trabajadores que necesitarán ser resguardados en el sitio.

A continuación, se describen las obras y actividades provisionales:

- **Almacenes o bodegas**. Se requiere la construcción de una bodega de madera y láminas de cartón o similar, la cual cumplirá con la función de almacén temporal para el resguardo de materiales, herramientas y equipos, que requieran proteger de las inclemencias del tiempo. La ubicación de la bodega estará estratégicamente diseñada para ocupar superficies autorizadas del predio.

- **Instalaciones sanitarias provisionales**. Se habilitarán letrinas móviles en los sitios de trabajo con el fin de no comprometer la calidad sanitaria del sitio. Se rentará 1 letrina por cada 15 trabajadores. La empresa arrendadora será la responsable de la limpieza de las letrinas y la disposición final de los residuos sanitarios. Esto se realiza con la finalidad de evitar el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y manto acuífero. Estas serán instaladas dentro del polígono del proyecto.

I.5.3. Tipos de obras o actividades del proyecto (Art. 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental)

Conforme al Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las obras o actividades previstas por el proyecto se enmarcan en los incisos siguientes:

O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas

Q) Desarrollos Inmobiliarios que Afecten los Ecosistemas Costeros.

I.5.4. Inversión requerida

Se estima un monto aproximado de inversión de $15,000,000.0 (quince millones de pesos), distribuyendo los flujos de capital a lo largo del ciclo de vida del proyecto (preparación del terreno, vialidades, construcción de amenidades, lotificación, etc.). Así como implementación de la red eléctrica para calles internas y drenaje pluvial.

El monto del presupuestado podría variar de acuerdo con los cambios en los precios de insumos y materiales.

Tabla I.6. Rubros en los que dividirá la inversión.

Rubro	Monto (Pesos)	%
Lotificación y Urbanización del Polígono (Costo de Inversión del Proyecto)	13,500,000.0	90.0
Costo de Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y/o Restauración	1,500,000.0	10.0
Total	**15,000,000.0**	**100**

I.5.5. Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo)

El proyecto se pretende desarrollar en un total de 15 años. Dado que éste se ejecutará gradual pero constantemente, las actividades tendrán lugar durante todo el período, dispersas por el mismo, conforme a las tablas siguientes.

Tabla I.7. Duración estimada del proyecto.

Etapa	Duración en años, meses o semanas
Preparación del Sitio y Construcción	15 años, 180 meses (90 bimestres)
Operación y/o Mantenimiento	15 años, 180 meses (90 bimestres)
Cierre y abandono del sitio	No esperado por el tipo de proyecto

Se considera no aplicable un Programa de Cierre de Operaciones, Desmantelamiento, Abandono y/o Restauración del sitio dado el giro inmobiliario del proyecto. No se trata de un sistema productivo o extractivo que concluya en el polígono y deba abandonarse y restaurarse.

Las actividades del proyecto se distribuirán en los 15 años previstos conforme al modelo de programa siguiente. Por facilidad de expresión en una tabla se presenta en un modelo bimestral aplicable a todo el período.

Tabla I.8. Programa general de trabajo en modelo de bimestres (modelo de 30 bimestres aplicable a los 90 bimestres totales).

	ACTIVIDADES	Bimestres																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Desmonte y Despalme																														
	Excavaciones																														
	Vialidades internas (Nivelaciones y Compactaciones)																														
	Construcción de acceso - conexión con carretera																														
	Drenaje pluvial																														
	Instalación eléctrica																														
	Señalización y limpieza																														
	Lotificación (ubicación de mojoneras; topografía y señalización de lotes)																														
	Construcción de amenidades y áreas comunes menores																														
	Áreas verdes y de Conservación, conformación y enriquecimiento																														
	Amenidades mayores (casa club y laguna artificial), incluye edificaciones																														
	Alumbrado público																														
OPER	Venta de lotes																														

	ACTIVIDADES	Bimestres																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Mantenimiento de Infraestructura																														

ABAN-DONO	Desmantelamiento y abandono	La obra se considera de uso permanente vinculado al éxito de ventas

Los tiempos expresados en el cronograma anterior, son ideales y no contemplan la tramitología para la obtención de permisos, licencias, la presencia de eventos extraordinarios que motiven la detención o prórroga de los trabajos, tales como retrasos en la venta de lotes, falta de materiales y equipos o condiciones meteorológicas adversas.

Los trabajos serán progresivos conforme al avance de las actividades. No se considera la etapa de abandono puesto que se trata de un proyecto permanente.

Sin embargo, el abandono únicamente ocurrirá en caso de no obtener el éxito económico planeado. Si esto ocurre, se retirarán los residuos generados, materiales excedentes; se realizará la limpieza general de desechos sólidos, retiro de maquinaria y materiales e insumos en el almacén temporal, ejecutándose la limpieza general del predio y se reforestarán las áreas naturales afectadas. Las actividades que se ejecuten en este sentido, tenderán a mantener o mejorar la calidad sanitaria del ambiente local.

No obstante, el proyecto se prevé como de uso de temporalidad indeterminada, dado que no se prevé un abandono.

Estudios de campo y gabinete. A continuación, se presentan los estudios y actividades preliminares contempladas para el realizar:

- **Estudios Topográficos**. Se realizará mediante brigadas topográficas para delimitar colindancias y para dimensionar las áreas que conforman el terreno.

- **Estudio de identificación de flora y fauna**. Para determinar el tipo de flora y fauna existente en el predio donde se desarrollará el proyecto.

- **Estudio de Impacto Ambiental**. Se realiza antes del inicio de la construcción del proyecto, una vez aprobado se realizarán cada uno de los términos y condiciones correspondientes a la etapa de construcción.

I.5.5.1. Planeación de Obras y Vida Útil del Proyecto

El proyecto se pretende desarrollar en un total de 15 años. La vida útil de la infraestructura a implementar como parte de la lotificación y urbanización se considera de unos 50 años para la etapa operativa, que será indeterminada con los mantenimientos aplicables.

En su etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme de las áreas de afectación) y la construcción (urbanización, amenidades y áreas comunes), se estima se realice en el periodo de 15 años. Por su parte la vida útil de la infraestructura conformada será de

carácter indefinido o no menor a 50 años con los mantenimientos necesarios. Particularmente las vialidades permeables, que serán terracerías compactadas, serán objeto de mantenimiento preventivo frecuente y correctivo según necesidad.

No se contemplan áreas de crecimiento a futuro como parte del presente proyecto.

I.5.6. Resumen de Características del Proyecto

En la tabla siguiente se presentan los consumos, generaciones y aprovechamientos más importantes esperados por la implementación del proyecto.

Tabla I.9. Resumen de características del proyecto. Estimaciones.

Concepto		**Preparación del Sitio y Construcción** (cantidad y unidades)	**Operación** (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica		754.81 MWh	1,151.11 MWh/año
Consumo de agua		Preparación: 15 m^3/día Construcción: 27 m^3/día	462 m^3/día
Emisiones de gases de efecto invernadero		Uso de maquinaria: 96.48 tCO_2 0.0813 tN_2O 0.0153 t de Carbono Negro	429.30 tCO_2/año (Red Eléctrica) 0.1587 tCH_4/año (PTAR) 0.0087 tN_2O/año (PTAR) 11.42 tCH_4/año (RSU) 7,200 tH_2O/año (Laguna)
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		No aplica.	No aplica.
Generación de residuos	Peligrosos	2.46 t/año 14.84 toneladas total	0.68 t/año
	Manejo especial	381.23 kg/día 716.00 toneladas total	192.28 t/año
	Sólidos urbanos	Orgánicos: 24 kg/día Inorgánicos: 45 kg/día No recuperables: 16 kg/día	1.49 t/día
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la		9,765.60 m^3	150,380.00 m^3/año

Concepto	Preparación del Sitio y Construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84		
Otros en su caso (especificar)	No aplica.	No aplica.

Como parte de los anexos técnicos de esta Manifestación, se presentan diversos programas los cuales contienen los cálculos correspondientes a los datos asentados.

I.5.7. Superficies Generales del Proyecto

La superficie del polígono será utilizada de la manera que se resume en la tabla siguiente:

Tabla I.10. Cuadro General de Áreas del Proyecto.

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área Prevista para Construcción (vendible, equipamiento, amenidades y áreas recreativas)	173,674.81	42.21
Área de Conservación	125,591.55	30.51
Área de Jardín	82,001.16	19.92
Área de Vialidades	30,313.57	7.36
Total	411,581.09	100.00

De la superficie total de 411,581.09 m^2 con que cuenta el polígono, el área de conservación del proyecto (125,591.55 m^2) representa el 30.51%.

Estas áreas se representan en la figura siguiente (ver también el plano en anexos técnicos de este estudio).

En dicha figura se observa cómo se distribuye en el polígono la infraestructura prevista por el desarrollo inmobiliario, tales como las áreas verdes de conservación, amenidades y las vialidades, entre otros elementos que conforman la lotificación y urbanización.

Tabla I.11. Cuadro de Áreas para Construcción del Proyecto (vendible, equipamiento, amenidades y áreas recreativas).

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área Vendible (lotes de diversas dimensiones)	156,325.01	37.98
Amenidades diversas	6,854.96	1.66
Área de Lago Artificial (Crystal Lagoon)	4,001.03	0.97
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	312.00	0.07
Área de Disposición de Residuos (almacenamiento temporal)	144.00	0.03

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Área de Banqueta	6,037.81	1.50
Total	173,674.81	42.21

Las acciones de desmonte y despalme del presente proyecto ocurrirán en los:

- 30,313.57 m^2 de las vialidades,
- 6,854.96 m^2 de áreas recreativas y amenidades,
- 4,001.03 m^2 de lago artificial,
- 312.00 de la PTAR,
- 144.00 del almacén temporal de residuos,
- 6,037.81 de banquetas.

Esta superficie total de 47,663.37 m^2 es en la que se perdería la vegetación actualmente presente y el suelo natural permeable asociado, equivale al 11.58% del terreno, derivado de las acciones de este proyecto de lotificación y urbanización.

A futuro, los 156,325.01 m^2 que corresponden a los lotes o área vendible del proyecto serán objeto de desmonte y despalme también, cuando cada propietario o desarrollador realice sus propios proyectos en los mismos. En esta etapa de lotificación y urbanización no se integran los desarrollos específicos de los lotes (área vendible), puesto que no se conocen sus usos específicos y particularidades.

Derivado del presente proyecto de lotificación y urbanización, la superficie de 47,663.37 m^2 (11.58% del terreno) es en la que se perdería la vegetación actualmente presente y el suelo natural permeable asociado. De manera que 363,917.72 m^2 (88.42% del predio) se mantendrá como natural permeable con la vegetación y suelo del sitio.

A futuro, cuando todo el proyecto se encuentre desarrollado, incluso las áreas vendibles, el máximo de área que perdería la vegetación y suelo naturales, sería de 203,988.38 m^2 que corresponde al 49.56% del polígono total.

De modo que el mínimo de área que permanecerá permeable con sustrato y vegetación naturales dentro del polígono serán los 207,592.71 m^2 que conforma el 50.44% del terreno, correspondiente al conjunto de las áreas de conservación y áreas verdes ajardinadas.

Ver en la figura siguiente la distribución general de los elementos que conforman el presente proyecto. Y en el plano que se presenta en los anexos técnicos, los detalles de las áreas, espacios y actividades previstas por el proyecto.

El predio fue previamente desmontado para su uso como rancho por parte del propietario anterior. Se dejará como superficie de conservación la parte oeste del polígono, identificada como la más conservada o con mejor recuperación.

Dado su uso previo como rancho, existen caminos internos y una construcción que funcionaba como cuarto de equipos. También se cuenta actualmente con un pozo con brocal.

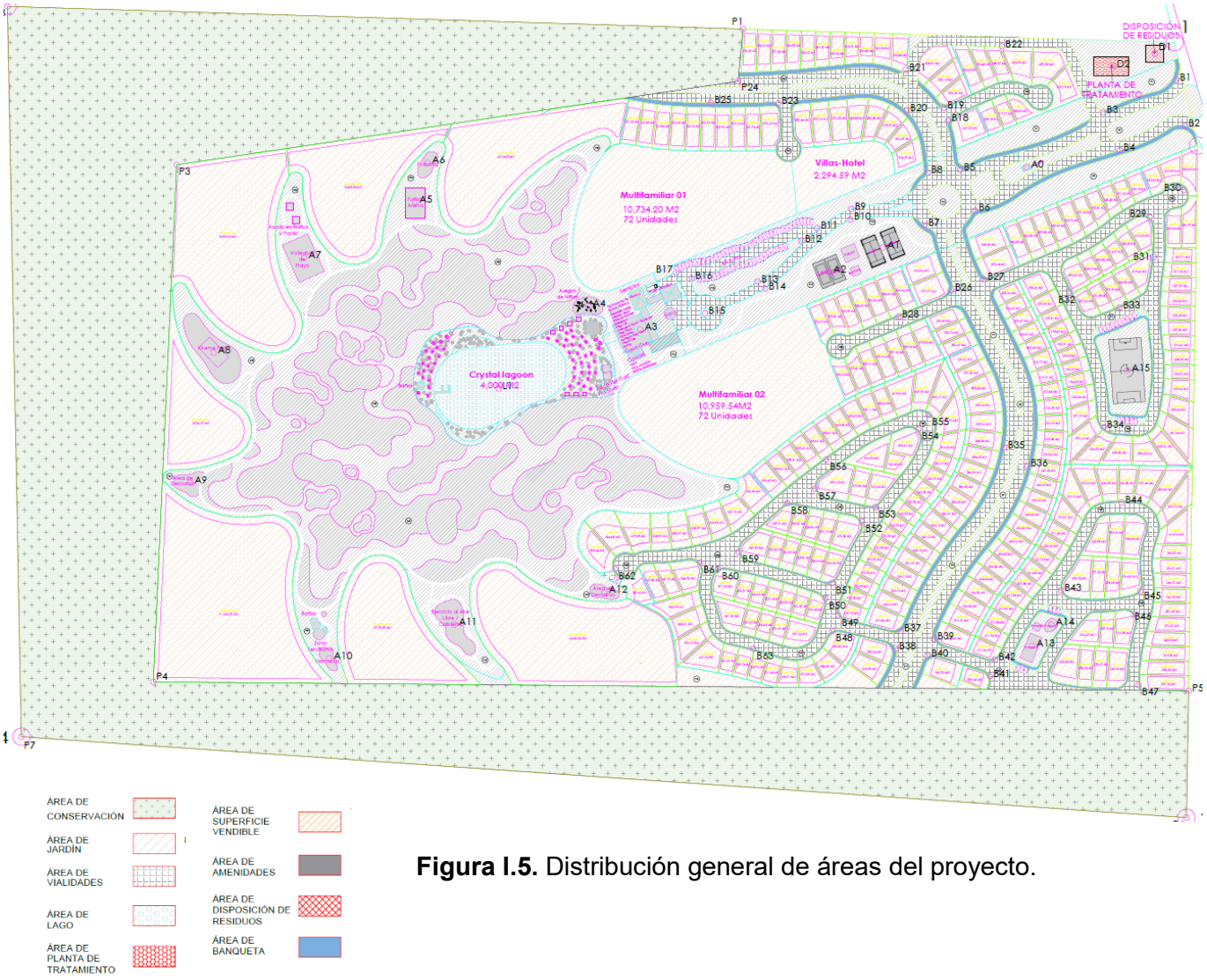

Figura I.5. Distribución general de áreas del proyecto.

Por otra parte, otras superficies de ocupación relevantes del proyecto son las siguientes:

Tabla I.12. Otra infraestructura específica relevante del proyecto: **lotes vendibles**.

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Lote para Villas-Hotel	2,294.59	0.56
Lote Multifamiliar 01 (72 unidades)	10,734.20	2.61
Lote Multifamiliar 02 (72 unidades)	10,959.54	2.66
Macrolote 1	6,014.05	1.46
Macrolote 2	5,453.58	1.32
Macrolote 3	8,994.93	2.18
Macrolote 4	3,536.37	0.86
Macrolote 5	11,643.57	2.83

Obra	Superficie (m^2)	% de Ocupación
Macrolote 6	5,175.25	1.26
Macrolote 7	8,426.94	2.05

Las superficies que serán intervenidas pero que no contarán con construcciones o instalaciones definitivas, como patio de maniobras y almacén temporal de construcción, entre otros, no se conformarán como áreas afectadas independientes, sino que serán parte de los espacios previstos para obras o infraestructura del proyecto, es decir, son espacios que posterior a este uso preliminar o temporal, son parte de la superficie de obras permanentes, de modo que no se contabilizan como adicionales o de impacto no previsto por el desarrollo de las obras.

Como se presenta en el capítulo III de esta Manifestación, derivado de los muestreos y recorridos de campo se pudo confirmar que la vegetación existente en el predio corresponde a **Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC),** difiriendo de lo citado por la Carta de INEGI la cual la clasifica como Vegetación Secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia, esto debido a la diversidad obtenida la cual se encuentra conformada por especies afines a la selva baja caducifolia, y por las alturas registradas máximas las cuales no sobrepasan los 12 metros.

La superficie de vegetación forestal total, conforme a los muestreos y reconocimientos de campo en el polígono, es de 4.283 ha (42,835.459 m^2). Esto es congruente con la solicitud de cambio de uso de suelo para el presente proyecto, tal como se somete a consideración de esta Secretaría en el trámite correspondiente.

Respecto a la superficie de incidencia en cuerpos de agua (temporal y/o permanente), como se describe en esta Manifestación, no se detectan en el polígono del proyecto cuerpos de agua que puedan ser afectados por las obras y actividades. Durante la temporal de lluvias por la constitución del terreno es posible la acumulación de agua. En este caso, las vialidades internas contarán con el sistema de drenaje y pasos de agua que aporten a la permanencia y funcionalidad del agua pluvial acumulada en el ambiente local.

Se recalca que no se detectaron en el predio cuerpos de agua permanentes o temporales. Estos serían identificables por el relieve y la vegetación presente, características no observadas de modo que pueda identificarse un cuerpo de agua temporal. No es lo mismo que la acumulación de agua pluvial en puntos dispersos por relieve (encharcamientos intermitentes que duran algunos días en la temporal de lluvias en la región).

En el polígono del proyecto no existe superficie de incidencia en Zona Federal o Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente).

I.6. Características particulares del proyecto

I.6.1. Descripción de la obra o actividad y sus características

El proyecto consistirá en la lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario mixto de tipo privado con áreas recreativas y amenidades.

El área vendible del proyecto se conformará por 290 lotes individuales, 7 macrolotes, un espacio para Villas-Hotel y dos espacios para multifamiliares; así como vialidades, casa club, planta de tratamiento de aguas residuales, amenidades deportivas, entre otros.

De manera general, el proyecto contará con las siguientes obras en un predio que cuenta con una superficie total de 411,581.09 m^2:

- 290 lotes individuales,
- 7 macrolotes,
- Espacio para Villas-Hotel,
- 2 espacios para multifamiliares, cada una con 72 unidades;
- Vialidades,
- Casa club (parte de las amenidades),
- Laguna artificial (Crystal Lagoon),
- 16 espacios de amenidades (incluida la casa club),
- Planta de tratamiento de aguas residuales (en la esquina noreste del polígono),
- Área de disposición temporal de residuos,
- Caseta de acceso (vigilancia),
- Amplias áreas ajardinadas,
- Área de conservación.

Los 16 espacios de amenidades estarán conformados de la siguiente manera (un espacio puede contener dos o más amenidades):

- Casa club,
- 2 canchas de pádel,
- 3 canchas de pickleball
- Parque infantil
- Pro-Shop de pádel
- Cancha de futbol de arena
- 2 canchas de futpong
- Cancha de volleyball de playa
- Área de asadores y picnic con baños
- Parque extremo
- 2 Áreas de descanso
- Zona Zen
- Área de ejercicio al aire libre y calistenia
- Cancha de fútbol

Por su parte, la casa club contará con servicios tales como:

- restaurantes,
- baños,
- recepción,
- oficinas administrativas,
- salón de eventos,
- salón VIP,
- sports bar,
- ludoteca,

- teens club,
- área de co-work,
- gimnasio,
- salón de usos múltiples,
- faro-mirador,
- cigar room,
- cava room,
- andén de carga y
- estacionamiento para 60 autos.

La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf.

I.6.1.1. Lotificación

La división o lotificación del predio se realizará mediante mojoneras, sin barreras físicas infranqueables para la fauna. Mediante equipo topográfico y georreferencia se delimitarán las áreas del proyecto, procediendo a la obra civil correspondiente y manteniendo las áreas intactas según el diseño de ubicación de los polígonos de conservación y de áreas ajardinadas.

Las mojoneras integrarán la nomenclatura o identificación de cada lote y macrolote. En las vialidades se conformarán las zanjas de distribución futura de servicios (para agua y energía eléctrica), de modo que se contará con la preparación para su distribución a todos los lotes de área vendible. En el caso de los lotes o espacios para amenidades y áreas recreativas, la dotación de estos servicios estará disponible desde el principio de su operación, según el programa de obra específico.

Los usos ya definidos para algunos lotes mayores, tales como el que contendrá las Villas-Hotel y los dos espacios para multifamiliares; así como los lotes para amenidades (área no vendible) incluyendo la casa club, son los únicos ya establecidos. Los demás lotes son de uso mixto y que en su momento serán sometidos

I.6.1.2. Urbanización

La urbanización consistente en la dotación de vialidades permeables internas, energía eléctrica de baja tensión, plantas de tratamiento de aguas residuales, áreas de resguardo temporal de residuos sólidos urbanos, alumbrado público y señalización vial.

Las vialidades internas serán blancas (terracerías compactas con banquetas) y se incluyen amplias áreas verdes de conservación y ajardinadas.

Se contempla también, al menos en el área de casa club, la implementación de paneles solares para la generación y abastecimiento de mínimo el 10% de energía eléctrica que requieren las instalaciones para su operación.

El acceso al polígono ocurrirá a través una vialidad existente, la carretera Dzemul-Xtampú, que será adecuada para este uso al tratarse de una vialidad estatal.

El proyecto prevé la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Cada lote (vendible) contará con un sistema SITAR DLD14 con registro clorador adicionado para tratamiento terciario. Este efluente será conducido posteriormente a la PTAR que contará con pozo de absorción del agua tratada resultante.

Para el control y manejo de residuos se contará con un almacén temporal de residuos sólidos urbanos (ATRSU) para todo el desarrollo.

Vialidades

Las vialidades internas del proyecto serán de terracería compacta y se conformarán a 60 cm sobre el nivel del terreno. Se conformarán en 30,313.57 m^2 del terreno, con la distribución que se observa en la imagen siguiente; lo cual representa el 7.36% del predio.

La avenida central de acceso tendrá un ancho total de 34.57 m, conformándose por dos calles separadas por un camellón central y con banqueta. Este camellón serán espacios ajardinados. Incluye retornos y una glorieta de distribución al entroncar con las avenidas secundarias.

A partir de esta avenida principal o de acceso, las avenidas secundarias distribuirán el flujo hacia el norte y el sur. Estas avenidas tendrán 24 m de ancho incluyendo el camellón central. Posteriormente, las calles terciarias que parten de estas avenidas secundarias, tendrán un ancho de 9.5 m y rematarán en una glorieta de retorno (o cul-de-sac).

A partir de la glorieta del acceso principal, parte la vialidad que conducirá hacia la casa club y la laguna artificial, así como amenidades cercanas. Ésta tendrá una amplitud de 6.5 m, rematando en una glorieta en el acceso a la casa club.

Las vialidades tendrán el drenaje pluvial adecuado para evitar afectaciones a la superficie rodamiento, además de los pasos de agua y pasos de fauna donde se defina necesario. En las secciones que potencialmente acumulen agua en la temporada lluviosa, se conformarán pozos pluviales.

Ver el diseño de la red vial interna en la figura siguiente.

Casa Club

La casa club contará con servicios tales como restaurantes, baños, recepción, oficinas administrativas, salón de eventos, salón VIP, sports bar, ludoteca, teens club, área de co-work, gimnasio, salón de usos múltiples, faro-mirador, cigar room, cava room, andén de carga y estacionamiento para 60 autos.

Laguna artificial (Crystal Lagoon)

La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf.

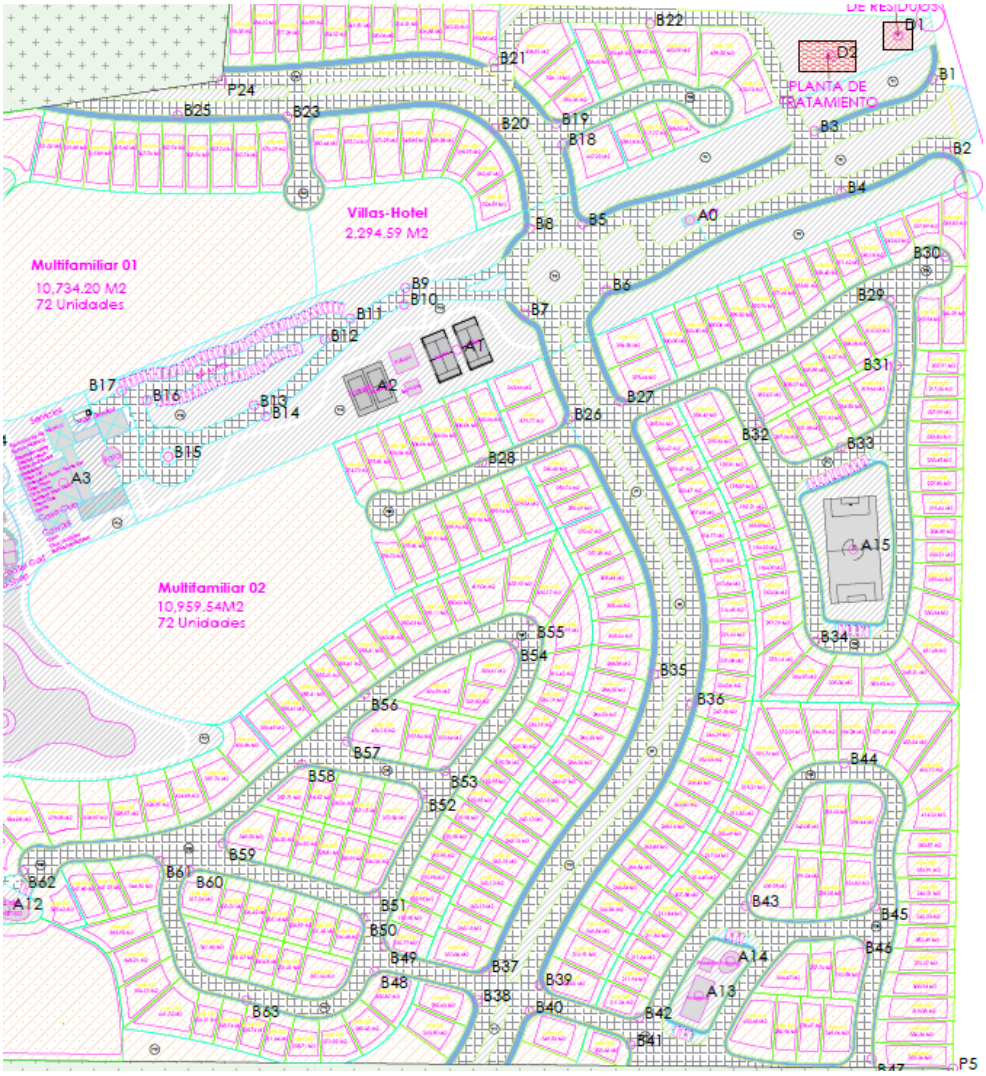

Figura I.6. Diseño de la red vial interna del proyecto.

Esta amenidad (laguna artificial) incorpora una experiencia de playa idílica en el proyecto, con una laguna artificial a un costo significativamente menor que el de una piscina tradicional. Comparado con una piscina tradicional, esta propuesta tiene un costo de construcción muy bajo, costo bajo por reemplazo de equipos, mínimo consumo de energía y costo de mantenimiento, sin requerir cuarto de máquinas ni sistema de filtración centralizado.

Es de alto atractivo estético al aportar un paisaje de playa en el sitio. Para su conformación se utilizará arena sílica obtenida de empresas comerciales establecidas en la región.

Esta propuesta incorpora la tecnología Eco-Heated Lagoons by Crystal Lagoons™ para el enfriamiento de data centers, lo que permite ofrecer una experiencia de playa tropical con temperaturas de 27°C, así como una experiencia de playa termal con aguas que alcanzan los 37°C, permitiendo el uso durante todo el año, tanto de día como de noche sin usar energía.

El agua que resulte de los cambios de este sistema, será colectada para su uso como riego de las áreas verdes.



Figura I.7. Laguna Artificial. Ubicación en el polígono del proyecto y propuesta general.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Se ubicará en la esquina noreste del polígono, ocupando una superficie de 312.00 m^2, en posición cercana al sitio de disposición temporal de residuos peligrosos (almacén temporal) con que contará también el desarrollo.

Las aguas residuales generadas durante la habitación de los lotes y operación de las amenidades y de las áreas recreativas que se conformen en el predio, serán tratadas mediante sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 con registro clorador (tratamiento terciario) y posteriormente enviadas (las aguas tratadas) a la PTAR del complejo. Posterior a este tratamiento completo, las aguas residuales tratadas se enviarán a pozo de absorción.

Se recalca que, aunque el proyecto prevé la construcción y operación de una planta de

tratamiento de aguas residuales (PTAR), cada lote (vendible) contará con un sistema SITAR DLD14 con registro clorador adicionado para tratamiento terciario. Este efluente será conducido posteriormente a la PTAR que contará con pozo de absorción del agua tratada resultante.

Área de disposición temporal de residuos

El almacén temporal de residuos se ubicará en la esquina noreste del polígono, ocupando una superficie de 144.00 m^2, en posición cercana a la PTAR del desarrollo. En este elemento se resguardarán temporalmente los residuos (RSU y RME) generados previo a su envío a disposición final durante la etapa de operación del proyecto.

Este elemento contará con todas las especificaciones aplicables de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Entre otros elementos, estará delimitado físicamente, con techo y piso impermeable, ventilado y con acceso controlado para favorecer su segregación, evitar la dispersión de residuos, su mezcla inadecuada y la entrada de fauna silvestre o suburbana.

Áreas de Conservación y Áreas Verdes Ajardinadas

Cabe señalar que la vocación previa de los terrenos donde se pretende implementar el proyecto era productiva (agropecuaria), lo cual es evidente dada la existencia de áreas de cultivo en abandono y cobertura vegetal de crecimiento secundario en el polígono.

De la superficie total de 411,581.09 m^2 con que cuenta el polígono, el área de conservación del proyecto (125,591.55 m^2) representa el 30.51%. Asimismo, el área de Jardín (área verde ajardinada) del proyecto constará de 82,001.16 m^2, lo que corresponde al 19.92% del polígono. Ambas superficies en conjunto mantendrán la vegetación y sustrato naturales presentes en el polígono del proyecto.

Las acciones de desmonte y despalme no tendrán lugar en estos 207,592.71 m^2 que conforman el 50.44% del terreno correspondientes a las áreas de conservación y verdes ajardinadas, es decir, no serán afectadas y mantendrán sus características actuales de cobertura vegetal y sustrato.

El área de conservación (30.51%) se distribuye en el perímetro del predio, particularmente en los bordes sur, oeste y norte de la poligonal, conformado como un solo polígono de conservación que colinda directamente con los predios vecinos. En el límite o borde este del predio no se conforma área de conservación puesto que se colinda directamente con la carretera Dzemul-Xtampú.

Las áreas verdes ajardinadas (19.92%) se distribuirán en varias secciones del desarrollo. Aunque la porción mayor es central, en el perímetro de la laguna artificial, también existirán áreas ajardinadas en las vialidades como camellones y glorietas; así como en el perímetro de todas las amenidades del desarrollo.

Tanto el polígono de conservación como las áreas verdes ajardinadas se conformarán como zonas de enriquecimiento vegetal, adicionando a la vegetación nativa presente,

especies también nativas de importancia regional pero que aporten como hábitats para la fauna y sitios de refugio y alimentación.

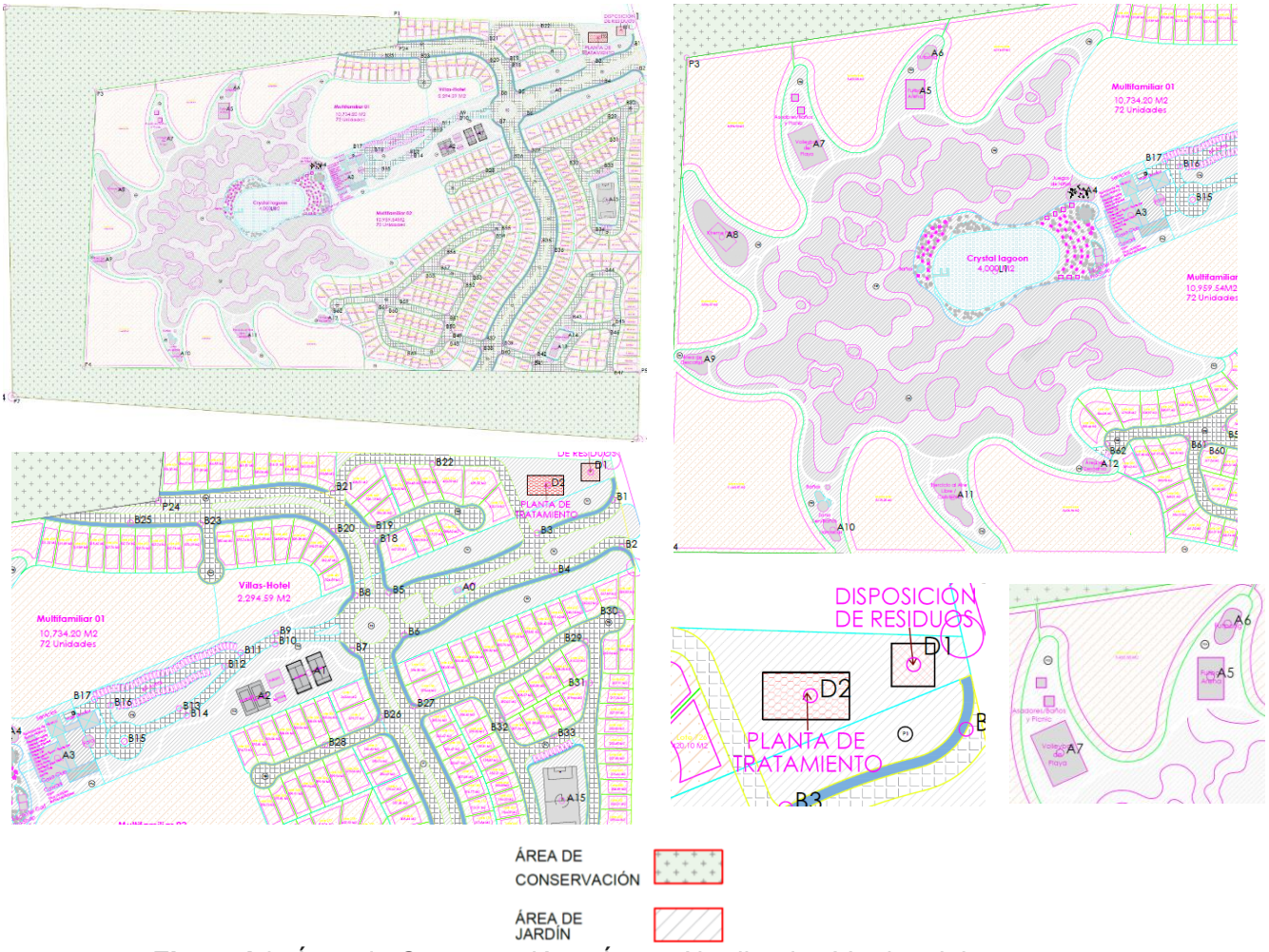

Figura I.8. Área de Conservación y Áreas Ajardinadas Verdes del proyecto.

Sistema de captación de lluvia

Se implementará un sistema que recolecta el agua de lluvia que cae por los bajantes de techos en el área de la casa club. El agua se conducirá a través de una tubería hasta llegar al filtro de hojas, donde una malla metálica separa hojas, cabello, tierra y otros elementos que puede contener la lluvia. Enseguida pasa al separador de primeras lluvias, este evita que residuos y contaminantes pasen al tanque de almacenamiento. Esta agua será utilizada para riego de áreas verdes ajardinadas. Ver en anexos técnicos la propuesta de captación.

Amenidades

Si bien la casa club y la laguna artificial se configuran como amenidades/áreas comunes del desarrollo, por su relevancia se ha referido en apartados previos.

También las áreas verdes ajardinadas, en la práctica, se conformará como un bioparque, ya que funcionará como área de educación ambiental, con señalética educativa sobre la flora y fauna local además de senderos para caminar.

Entre las amenidades, que estarán distribuidos por todo el desarrollo, se cuenta con espacios deportivos tales como las canchas de pádel, las canchas de pickleball, la cancha de futbol de arena, canchas de futpong, cancha de volleyball de playa, cancha de fútbol y el área de ejercicio al aire libre y calistenia.

También se cuenta con espacios de esparcimiento como un parque infantil adyacente a la casa club y a la laguna artificial; un área de asadores y picnic con baños; un parque extremo, las dos áreas de descanso y la zona zen. Asimismo, se contará con un espacio comercial específico (Pro-Shop de pádel).

Dotación de servicios

Como parte de la urbanización, en el espacio de las vialidades permeables internas se construirán las zanjas de distribución de servicios al desarrollo o complejo, como la energía eléctrica de baja tensión y la preparación para la red de distribución de agua potable y de tubería de drenaje hacia la PTAR (ver plano en anexos técnicos). Asimismo, dicha zanja contendrá la red de electrificación para el alumbrado público (postes de luminarias).

La señalización vial es parte del diseño de la urbanización. Se incluye la señalética restrictiva, informativa y preventiva vertical, pasos peatonales y reductores de velocidad, pasos de fauna, entre otros elementos.

I.6.2. Actividades por Etapas del Proyecto

El proyecto contempla las siguientes actividades:

1) Preparación del sitio.

Estas actividades se realizarán de manera ordenada según el programa de obra, requiriendo para iniciar, el ingreso y resguardo de maquinaria para la adecuación de las primeras vialidades. Se considera la construcción de una bodega o área para resguardo de materiales en el predio.

Durante las actividades de preparación del sitio se pretende mantener en sitio todos aquellos elementos naturales existentes que embellezcan el proyecto y que no afecten de manera significativa el diseño del proyecto; es decir, en todos los casos viables se evitará el corte de árboles rodeándolos. Esta etapa inicia con la delimitación de los lotes y vialidades hasta la remoción de cobertura vegetal y despalme para dejar el área lista las vialidades.

Las actividades son básicamente los siguientes:

Delimitación del área

Mediante un estudio topográfico se delimitarán las áreas de las vialidades, lotes, verdes y de conservación, así como las áreas donde se ubicarán las amenidades y áreas comunes. En esta actividad se marcarán aquellos arbustos o árboles que podrían ser evitados desmontar para su conservación. Posteriormente se delimitarán los lotes que serán comercializados, instalándoles las mojoneras correspondientes. Estas áreas permanecerán con la cobertura vegetal hasta su desarrollo particular (no se desmontará en un solo momento todos los lotes vendibles).

Se procurará el derribo direccional dentro de las áreas de vialidades en los casos que así se requieran, los árboles o arbusto que se vean afectados se derribados dentro de las áreas de afectación de las vialidades. Esta actividad se realizará con maquinaria media pesada tipo D6.

Se eliminará la cobertura vegetal secundaria y el sustrato suelto en las áreas a construir de las vialidades internas, así como el acceso. Es decir, se realizará un desmonte a matarrasa dejando los arbustos o árboles que no interfieran con el diseño del proyecto en sus áreas de afectación.

Posterior al desmonte, haciendo uso de equipo de corte (moto sierra u otro equivalente), se eliminarán las ramas de los árboles y arbustos derribados, así como el troceo de los mismos, para su reintegración al suelo. Las actividades realizadas en esta etapa serán efectuadas con maquinaria y con ayuda de una brigada manual.

Previo a las actividades de remoción de la vegetación secundaria a afectar, se implementará un programa de manejo para la protección de la flora y fauna silvestre, el cual se anexa en el presente documento y que enlista todas las actividades a ejecutar por los especialistas. Estos ejemplares se conservarán o reubicarán en las áreas destinadas como áreas verdes de conservación.

La remoción de las áreas con vegetación secundaria únicamente ocurrirá donde se ubicarán las calles (que incluyen banquetas), las áreas de huella o sembrado de áreas comunes y amenidades.

Se considera en esta etapa la señalización para la prevención de accidentes laborales, evitar la caza furtiva, el control de residuos sólidos entre otras advertencias. La maquinaria pesada (tractor) no realizará actividades nocturnas para evitar algún daño a la fauna silvestre con hábitos nocturnos.

Los tractoristas serán capacitados para la prevención de afectación de madrigueras, nidos y posibles animales en el área de trabajo. La brigada de especialistas en vida silvestre, preverán antes del desmonte y adelante del tractorista, el avance del desmonte para ir liberando áreas y evitar posibles daños a la fauna.

2) Construcción.

Las vialidades consistirán en la adecuación y nivelación del suelo natural y se les agregará polvo fino para su compactación. No se pavimentará ningún área por lo que permanecerá el suelo permeable previendo el objetivo del diseño del proyecto y creando un ambiente

menos impactante al entorno. Las vialidades contarán con drenaje pluvial para evitar encharcamientos.

Es importante mencionar que el diseño prevé un corredor de vegetación como área de conservación, así como el bioparque que se conformará en el área ajardinada central, previendo su conectividad con los predios contiguos para formar un corredor biológico, el cual será enriquecido con especies nativas y/o endémicas que permita mejorar la calidad de la cobertura vegetal dado las condiciones perturbadas actuales.

La lista de especies para el mejoramiento ambiental (enriquecimiento vegetal de las áreas de conservación y/o verdes ajardinadas) se anexa en el presente documento (ver plano de áreas verdes en los anexos técnicos).

Aunado a este corredor se contarán con las áreas ajardinadas que también rodearán las amenidades. Estas estarán distribuidas en partes del corredor de vegetación prometiendo a sus habitantes una mejor calidad de vida y conocimiento de la vida silvestre. El reglamento interno del desarrollo prevé señalización sobre la protección y conservación de la vida silvestre. Estas amenidades consistirán entre otras, en áreas de esparcimiento.

Las áreas de conexión o conectividad con las colindancias permitirán la continuidad con la vegetación de la zona y se evitará el aislamiento del proyecto.

La construcción de las vialidades internas incluye toda la infraestructura necesaria desde la red de energía eléctrica, preparación para agua potable y drenaje sanitario (ver anexos), alcantarillas, entre otros. Implica la construcción de las calles blancas compactas y la apertura de zanjas para el drenaje pluvial, instalación eléctrica, etc. Se considera la ubicación de mojoneras para señalizar el número o identificación de las fracciones para su posterior desarrollo y venta, así como para los lotes para las amenidades y áreas comunes.

Los trabajos previstos se desarrollarán progresivamente durante los quince años estimados según el avance de obras y venta de lotes. De modo que se realizará la urbanización y lotificación de una sección, procederá su venta y se continuará con la siguiente sección inmediatamente.

El abasto de agua potable y el drenaje sanitario individual (tratamiento de aguas residuales sanitarias en cada lote) serán parte de las acciones previstas según el desarrollo de cada lote. Se prevé que el tratamiento de aguas residuales en cada lote sea del tipo SITAR DLD14 o equivalente, manifestándose de esta forma en los contratos de venta correspondiente a los lotes individuales; esto adicionalmente a la planta de tratamiento prevista por el proyecto.

En la siguiente tabla se presenta el programa general calendarizado de las actividades del presente proyecto, tanto para la etapa de preparación del sitio como de construcción. Se trata de un modelo bimestral que sería aplicable a todo el período de desarrollo pretendido para la lotificación y urbanización de todo el predio (un total de 15 años - 180 meses).

I.6.2.1. Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio se removerá la vegetación secundaria en la superficie que será ocupada por la infraestructura prevista, así como las excavaciones, nivelaciones y

compactaciones necesarias para su instalación. Previamente se realizarán acciones de rescate para reincorporar individuos del sitio en las áreas verdes de conservación y/o en las áreas verdes ajardinadas. El material vegetal producto de las actividades de remoción de la vegetación será triturado y dispuesto en las áreas de conservación; los sobrantes que puedan generarse serán retirados del sitio y depositado en sitios autorizados por la autoridad competente. No se utilizará fuego o productos químicos para eliminar la capa vegetal o el material resultante del desmonte.

Dentro de la preparación del sitio, se contempla algunos estudios y ejecución de programas para prevenir la afectación de la vegetación. Entre ellos están la prospección de Flora y Fauna, y el rescate de las especies de importancia presentes. El polígono del predio consta de elementos representativos de la Selva Baja Caducifolia secundaria.

- **Desmontes y despalmes.**

El tipo de material por remover será de crecimiento secundario derivado de selva baja caducifolia. Excepto por las áreas verdes de conservación y las áreas verdes ajardinadas, que en conjunto conforman 207,592.71 m^2 (50.44% del polígono), las demás superficies serán afectadas por el desmonte y despalme al concluir todas las obras en el predio. Sin embargo, el presente proyecto de lotificación y urbanización no afectará la superficie de los lotes vendibles (excepto por las amenidades y áreas comunes), de modo que el desmonte y despalme para la construcción de la infraestructura será de 47,663.37 m^2, lo que representa el 11.58% del terreno total. De manera que 363,917.72 m^2 (88.42% del predio) se mantendrá como natural permeable con la vegetación y suelo del sitio.

En cuanto al material que será despalmado en las áreas de afectación del presente proyecto, se estima un volumen de 3,800 m^3 de tierra y piedras sueltas.

A continuación, se presentan las diferentes actividades de la preparación del terreno:

A. Ejecución de los trabajos. Con ayuda de una cuadrilla de topografía se delimitarán las áreas de afectación del proyecto, delimitando las respectivas áreas de desmonte y despalme. Se utilizarán estacas pintadas de color llamativo (rojo o naranja), para garantizar que los trabajos de desmonte y despalme no excedan lo establecido en el proyecto.

El polígono del proyecto se encuentra actualmente con cierto grado de afectación dado el uso agropecuario previo; sin embargo, la vegetación está compuesta de la Selva Baja Caducifolia con desarrollo secundario. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor tipo D-6 adecuada para remover la capa vegetal presente en el sitio; además de que su dimensión no compromete otras áreas. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del polígono bajo estudio y hasta su disposición final.

Las piedras obtenidas de esta manera podrán servir para las actividades posteriores dentro del polígono.

B. Tipo de material por remover. Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y predominantemente cobertura arbustiva y arbórea de vegetación tipo selva baja.

C. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte. Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m^3. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Sin embargo, parte de estos residuos vegetales serán utilizados para el acondicionamiento de áreas verdes del proyecto.

D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales. Los residuos vegetales generados serán trasladados al sitio de disposición final autorizado de la región, depositados en un banco de material en restauración, dispuestos para enriquecer el suelo del polígono en áreas verdes, u otro uso procedente según los volúmenes generados. Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para cimentaciones y rellenos posteriores dentro del polígono, por lo que permanecerán en el área de trabajo hasta esta etapa de construcción.

Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para nivelación, cimentación o conformación de banquetas, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos o bien en un banco de material en restauración designado por la autoridad competente.

I.6.2.2. Etapa de construcción

- **Lotificación**

Consistirá en el marcaje de los linderos de las fracciones o lotes con mojoneras, topografía de los mismos y señalización del número de lote.

Descripción del Procedimiento de Construcción de cada una de las Obras que Constituyen el Proyecto

Trazado y sondeo del subsuelo. Esta etapa inicia con el trazado de las áreas de desplante del edificio de la casa club, áreas exteriores, circulaciones y áreas de estacionamiento, por parte del equipo de topografía, para su posterior limpieza y preparación del terreno, para la colocación de la cimentación.

En las áreas donde sea necesaria la excavación, como en la zona de drenajes, trincheras y para las contratrabes (en su caso), cabe señalar que se mantendrá el cuidado necesario para evitar que se altere el flujo hídrico subterráneo de la zona ya que de acuerdo a estudios realizados en la zona cercana al área del proyecto se ha determinado que la profundidad del nivel freático es de aproximadamente 5-6 m. Previo y durante el trazado y el desplante

de cimentación, se aplicarán los criterios de desmonte y preparación del terreno señalados anteriormente, con el fin de preservar especies claves del ecosistema y durante la excavación se evitará el uso de explosivos y se mantendrá estricto control de la profundidad de la profundidad de perforación.

Cimentación. La cimentación estará basada en pilotes o zapatas prefabricadas, contra-trabes de concreto y losa de cimentación de vigueta y bovedilla y una estructura de muros de carga de block hueco de cemento con una cara texturizada, reforzados con casquillos, así como columnas circulares de concreto armado en las circulaciones de las caballerizas.

Según la edificación a conformar, el proceso de cimentación puede consistir en lo siguiente: con ayuda de la retroexcavadora se conformará la fosa de los cimientos donde se incluirán los castillos de concreto que soportarán las estructuras. Una vez levantados las columnas se realizará un amarre de cadena utilizando armex 15 x 15 y colado de concreto fabricado en el sitio. Los cimientos de mampostería serán construidos a base de piedra de la región pegada con mortero arena-cemento (1:4).

La fabricación del mortero y concreto necesarios se realizará en el sitio de la obra con ayuda de revolvedoras. La tarea de cimentación no requiere de nivelación de tierras ni cortes ni rellenos.

Estructura de club. La base de columnas será de concreto armado con diferentes secciones y muros de carga a base de block de 15x20x40; utilizando trabes de concreto armado. Las losas entre pisos, será con sistema de vigueta y bovedilla, con trabes de concreto armado. Los acabados y pisos en general serán de ladrillo colocado a escuadra.

Los muros en exteriores serán de block de concreto de 15 cm en acabado fino y pintura vinílica, en el caso de muros interiores o de división, se empleará tabla roca en acabado fino y pintura vinílica. Se emplearán plafones de tabla roca en áreas donde hay equipos de aire acondicionado.

Áreas exteriores. Se empleará cancelaría de aluminio con cristal de 6 mm, los muros serán con acabado aplanado fino con pintura vinílica y los muros húmedos serán cubiertos con cerámica. La iluminación será a través de postes decorativos y luces indirectas. Los muebles de baños (inodoros) serán de la marca Ideal estándar o similar, los lavamanos serán tipo ovalin y accesorios similares.

Pisos. En lo que se refiere a los pisos, se colocarán bases firmes de concreto reforzado con malla electrosoldada. Los acabados de los pisos serán entre concreto estampado, loseta de cerámica y firme de concreto pulido.

- **Obras del sistema de tratamiento de aguas residuales**

En toda el área que ocupará el proyecto se trazará una red de drenaje sanitario. Esta red de drenaje es donde se conectará las tuberías de PVC sanitario proveniente de los baños y sanitarios y cuyas aguas residuales serán transportadas por dicha red de drenaje hasta el sistema de tratamiento SITAR DLD14 instalado estratégicamente para tratar eficientemente dicha agua residual. Para la operación se instalará y utilizará sistema SITAR DLD14 con una capacidad de 5,000 l en cada lote.

Posterior a este tratamiento inicial en cada lote, el agua tratada resultante se enviará a la PTAR del desarrollo para su tratamiento y disposición final.

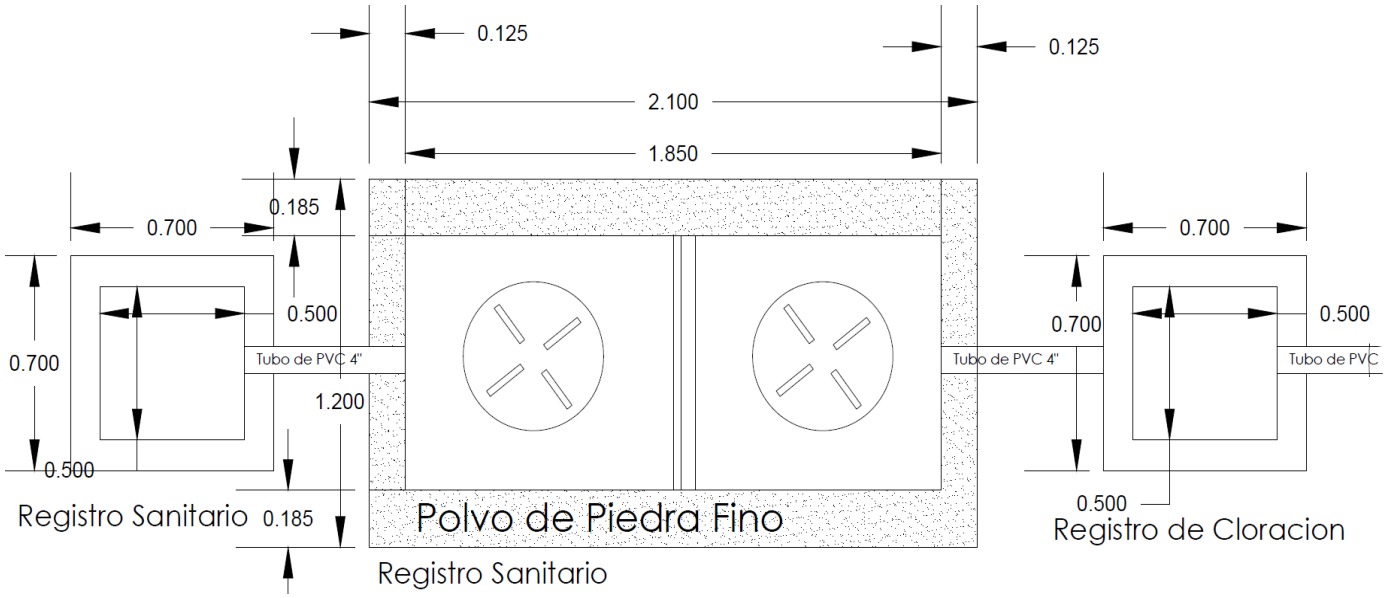

Figura I.9. Esquema general (detalle) del sistema SITAR DLD14 a instalar como parte del proyecto para el tratamiento inicial de las aguas residuales a generar, incluyendo el registro de cloración.

En los anexos técnicos de esta Manifestación se presentan los datos técnicos generales del sistema SITAR DLD14, para referencia complementaria.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

El proyecto integrará una PTAR modular tipo Biorreactor MBBR con lodos activados y membranas de ultrafiltración. Se trata de un sistema para tratamiento de aguas residuales generadas hasta por 12,000 personas. Se calcula que el proyecto, en su etapa plena o completa de su operación, contará con hasta 10,000 personas.

Para el presente proyecto se pretende la conformación de un sistema de tratamiento mediante cuatro módulos MBBR, cada uno con capacidad de tratamiento a 3,000 habitantes, de modo que se logrará el tratamiento para una población de hasta 12,000 habitantes.

El proceso de tratamiento de esta PTAR se describe en general a continuación:

Las aguas residuales crudas ingresan y pasan a través del equipo de pantalla. La pantalla se compone de barras de metal dispuestas en paralelo o inclinadas para bloquear partículas grandes o impurezas sólidas, evitando la obstrucción del equipo de tratamiento posterior.

Posteriormente el agua residual entra al tanque MBBR que se llena con rellenos. Los microorganismos forman biopelículas en la superficie de los rellenos para degradar la materia orgánica.

El agua tratada fluye después al tanque de sedimentación secundario, donde los sólidos suspendidos y el lodo biológico se separan por sedimentación por gravedad.

El agua que sale de este tanque entra en la unidad de prefiltración para eliminar adicionalmente las partículas pequeñas y los sólidos residuales suspendidos que no se asentaron completamente en el tanque de sedimentación secundario.

Saliendo de la prefiltración, el agua en tratamiento pasa al filtro de arena, que elimina aún más los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y los microorganismos del agua.

Después de esta etapa, el agua pasa al filtro de carbón activado, donde la alta capacidad de adsorción de este carbón elimina la materia orgánica, el cloro residual, los olores y algunos iones de metales pesados del agua.

Todo lo anterior ocurre en cada módulo del sistema reactor MBBR.

El agua resultante pasará al tratamiento terciario implantado en el exterior. Finalmente, el agua entra al tanque de agua limpia (o con tratamiento finalizado).

Equipamiento complementario:

Se integra en esta PTAR un decantador lamelar que incluye la bomba para extracción de lodos y una cabina de control. Esta cabina contará con sistema de aireación mediante sopladores, sistema de dosificación de floculante, equipos de medición y control, así como un cuarto eléctrico de fuerza y maniobra con PLC con control remoto para la gestión autónoma y remota de la planta.

El objetivo de la planta es conseguir efluentes tratados aptos para el riego de las áreas verdes.

Las características del pozo de descarga estarán sujetas a la aprobación por parte de CONAGUA a través del correspondiente permiso de descarga y de obras.

Ver en la figura siguiente el modelo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales propuesto para el proyecto.

- **Pozo de aprovechamiento y de descarga (modelos)**

El pozo de aprovechamiento de agua del subsuelo previsto para el abastecimiento de la casa club inicialmente y despúes para la distribución a los lotes vendibles, tendrá las características generales siguientes (ver modelo en la Figura I.11).







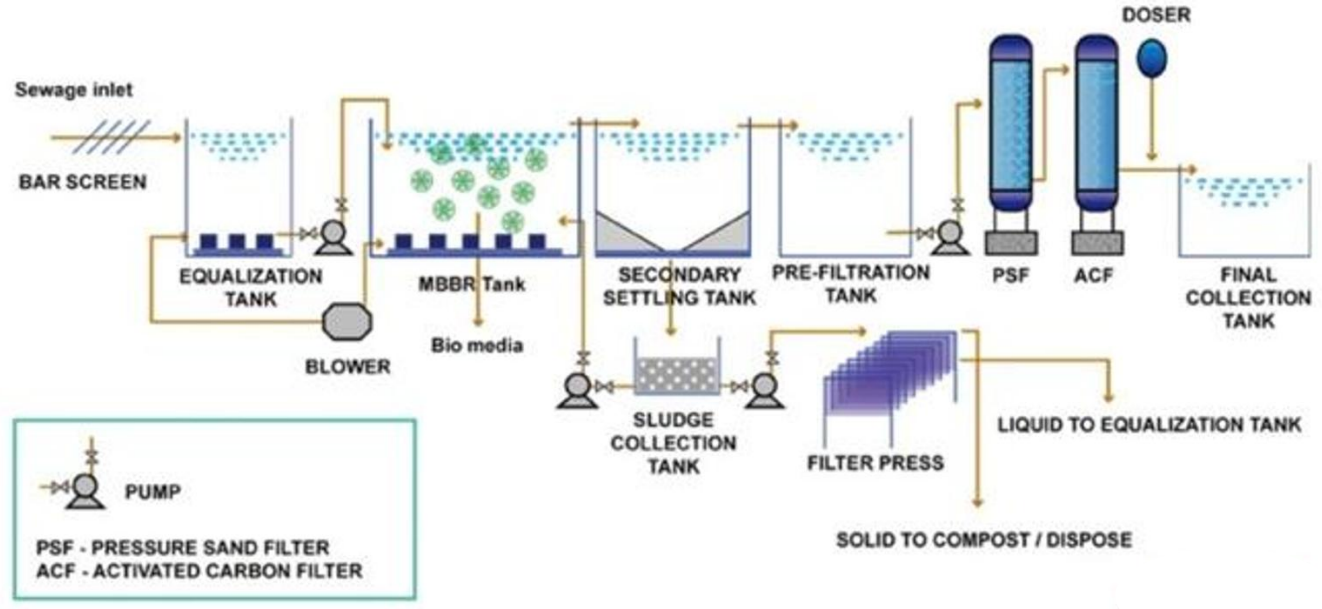

Figura I.10. Imágenes de ejemplo y detalle del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) a instalar como parte del proyecto para el tratamiento final de las aguas residuales a generar.

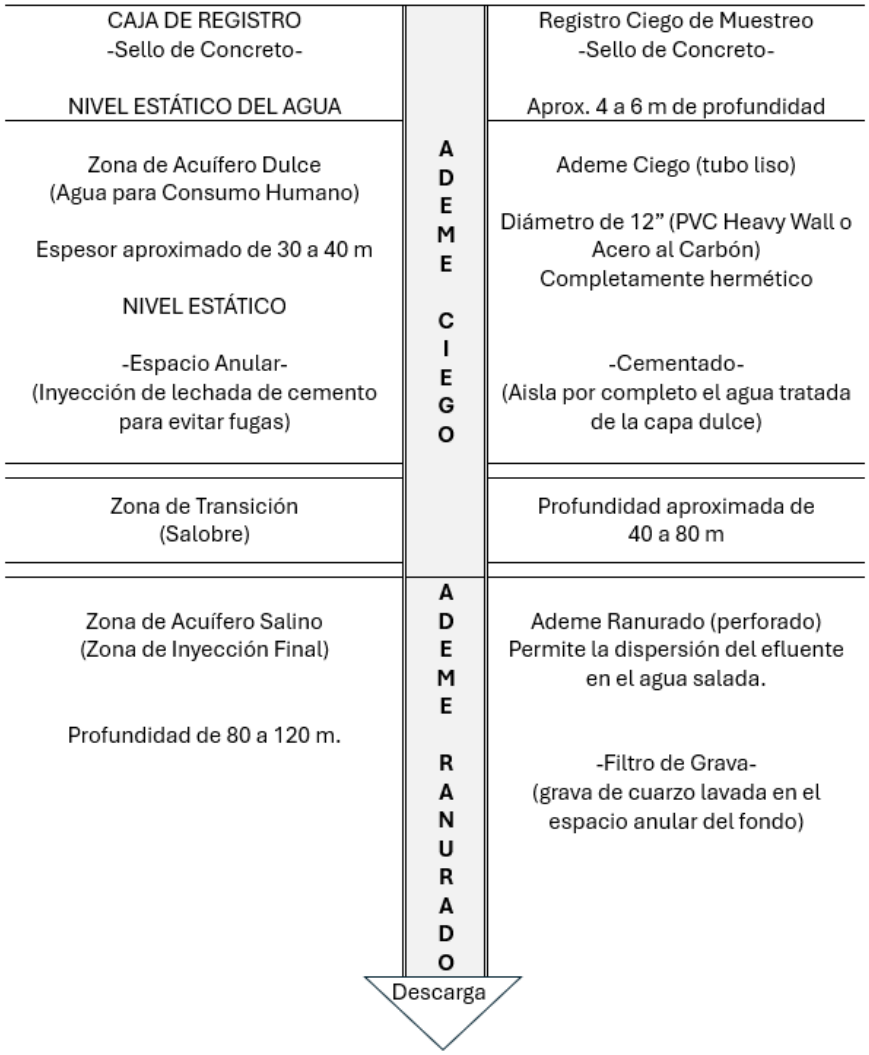

Figura I.11. Esquema de detalle del pozo de descarga (absorción) de agua tratada al subsuelo, propuesto para el proyecto.

Como se observa en la imagen anterior, el pozo de descarga propuesto por el proyecto tendrá una profundidad de hasta 120 m, con ademe ranurado para dispersión del agua tratada desde los 80 m de profundidad en la zona de agua salina del manto.

En el manto dulce, el pozo contará con ademe ciego y será cementado, de modo que no se contamine ni cuase mezcla de los mantos.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL POZO DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS (CUMPLIENDO CON LA NOM-001-SEMARNAT-2021).

El esquema del pozo de descarga o absorción para aguas residuales tratadas emanadas de la PTAR propuesta para el desarrollo inmobiliario La Gran Palmera, considera que en

Yucatán debe adaptarse al suelo kárstico (muy permeable) de la región, requiriendo diseños profundos para proteger el manto freático.

Descripción del Esquema del Pozo de Infiltración y sus Partes

Un pozo de descarga profunda típico se estructura de la siguiente manera, de arriba hacia abajo (Figura I.11):

- Caja de Distribución o Registro Ciego: recibe el agua tratada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Funciona como cámara de inspección y para toma de muestras normativas.
- Ademe Ciego: Tubo liso de PVC o acero al carbono (típicamente de 10 a 12 pulgadas de diámetro) que cubre la parte superior del pozo para evitar derrumbes y la entrada de agua superficial contaminada.
- Ademe Ranurado o Perforado: Tramo de tubería de PVC ranurado que permite la salida y dispersión del agua hacia el subsuelo a una profundidad segura (generalmente se instala a partir de los 80 metros y hasta los 120 metros de profundidad, recomendado para la zona.
- Filtro de Grava (Lecho Filtrante): El espacio anular entre la tubería y la pared de la perforación se rellena con grava lavada de granulometría controlada, lo que proporciona un último filtro físico antes de la infiltración.
- Caja de Registro de Lodos: En la superficie, la PTAR cuenta con un sistema de purga para manejar los lodos generados en el proceso, los cuales se deshidratan y trasladan a un sitio de disposición autorizado y no se descargan en el pozo. En la zona de Dzemul, debido a su cercanía con la costa y la alta vulnerabilidad del manto freático a la intrusión salina y contaminación, la normativa ambiental exige que el agua descargada cumpla con estrictos parámetros de calidad para evitar dañar los ecosistemas subterráneos.
- El pozo de descarga profunda debe perforarse a una profundidad de entre 90 y 120 metros, alcanzando la zona del acuífero salino profundo. A esta escala (un flujo estimado de entre 1.5 y 2 millones de litros diarios) cuando el desarrollo este totalmente ocupado, las autoridades ambientales como la CONAGUA, prohíben estrictamente las descargas someras.

Justificación Técnica y de Diseño

La profundidad exacta responde a las características geohidrológicas de la costa norte de Yucatán:

Protección de la reserva de agua dulce: El agua dulce en Dzemul flota sobre agua marina más densa (salada) en una capa muy delgada debido a la cercanía con la costa (intrusión salina). El pozo debe atravesar por completo los lentes de agua dulce (primeros 20 a 40 metros) para evitar contaminar la fuente de consumo humano de la región.

Zona de inyección (Acuífero Salino): La sección ranurada del pozo (donde se libera el agua tratada) se coloca típicamente a partir de los 80 o 90 metros de profundidad, donde el agua del subsuelo ya es salobre o salada y fluye directamente hacia el mar.

Ademe Ciego: Se debe instalar tubería lisa y completamente sellada desde la superficie hasta los 60 u 80 metros de profundidad para asegurar que ninguna gota de agua residual se filtre en las capas superiores transitadas por el agua dulce.

Normativa Crítica a Cumplir: No basta con la profundidad; al inyectar este volumen al subsuelo kárstico, la planta debe cumplir rigurosamente con la NOM-001-SEMARNAT-2021 que Regula los límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en cuerpos receptores (en este caso, infiltración al terreno/acuífero).

Calidad del Agua: El agua debe entrar con niveles mínimos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), nitrógeno, fósforo y coliformes fecales.

Características particulares:

Para el caudal generado por 10,000 personas, el diámetro comercial recomendado para el ademe del pozo de descarga es de 12 pulgadas (30.48 cm), admitiendo un mínimo de 10 pulgadas si se cuenta con una velocidad de flujo controlada. Este diámetro garantiza que el agua tratada ingrese al subsuelo sin generar sobrepresiones hidráulicas o fricciones que puedan fracturar la estructura del pozo o dañar el sello sanitario superior.

Cálculo Hidráulico

Una población de 10,000 habitantes genera un promedio de 1,600 m^3/día (considerando una dotación de 200 l/hab/día y un 80% de aportación al drenaje). Esto equivale a un gasto medio de 18.52 l/s. Al aplicar un coeficiente de variación pico de 1.5 para horas de máxima descarga, el pozo debe soportar un gasto de diseño de hasta 27.78 l/s (0.0278 m^3/s).

Velocidad de Flujo Permitida: para evitar desgastes mecánicos y pérdidas por fricción, la normativa hidráulica estipula una velocidad óptima de entre 1.0 m/s y 1.5 m/s.

Nota de seguridad de diseño:

Aunque el diámetro interior puramente hidráulico requiere casi 7 pulgadas, en pozos de absorción profunda en el suelo kárstico de Yucatán se sobredimensiona el ademe a 12 pulgadas de diámetro exterior para alojar con seguridad la tubería de inyección interna, permitir limpiezas mecánicas (pistoneo) y dejar suficiente espacio anular (mínimo de 2 pulgadas por lado) para el correcto sello de cemento.

Componentes Clave del Esquema

Sello de Concreto Superficial: Bloque exterior que impide que el agua de lluvia o derrames superficiales corran hacia abajo por las paredes del tubo.

Espacio Anular Cementado: Es la protección más crítica en Yucatán. El espacio entre la roca perforada y el ademe liso se rellena con cemento a presión hasta los 80 metros para garantizar cero filtraciones hacia el agua dulce.

Ademe Ranurado en Zona Salina: Ubicado exclusivamente en el fondo. El agua tratada sale de forma horizontal hacia los flujos de agua salada profunda que se dirigen naturalmente hacia el Golfo de México, minimizando el impacto ambiental local.

Conclusión:

El diámetro nominal del ademe debe ser de 12 pulgadas, utilizando tubería de PVC de alta densidad (Cédula 80 o RD-26) o acero, instalando ademe ciego cementado desde la superficie hasta los 80 metros y ademe ranurado de los 80 a los 120 metros de profundidad. La ubicación general pretendida del pozo de descarga, se indica en el croquis siguiente.

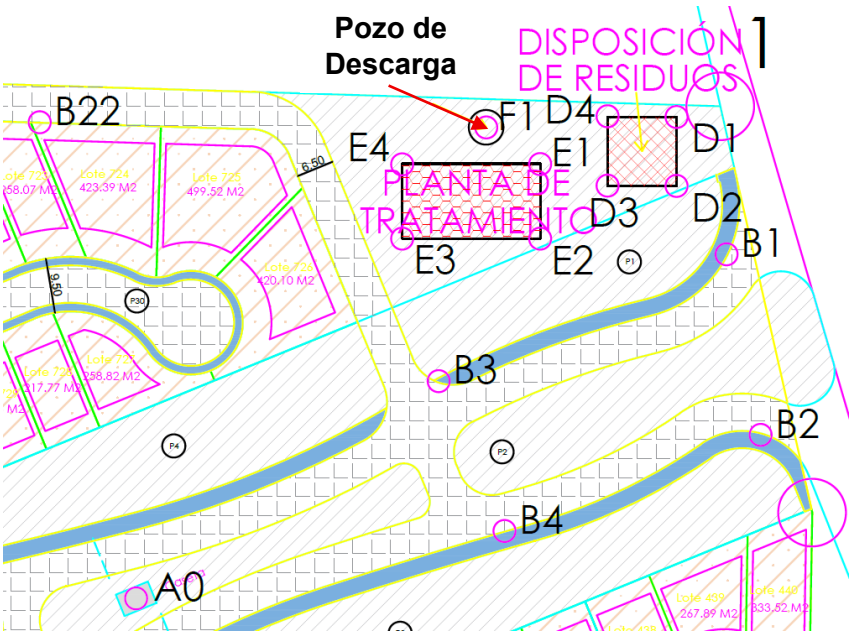

Figura I.12. Ubicación prevista del pozo de descarga de aguas residuales tratadas resultantes de la PTAR en esta área general.

Pozo de aprovechamiento

En su caso, el pozo de aprovechamiento o extracción tendrá el mismo esquema general del pozo previamente presentado, con la salvedad que tendrá una profundidad de aproximadamente 20 m de profundidad, o hasta nivel estático adecuado, con diámetro de perforación de 6" y diámetro de adema de 4". Se instalará una bomba sumergible con motor eléctrico de 2 HP de potencia. Diámetro de succión de 2" y diámetro de descarga de 2". Estas características estarán sujetas a la aprobación por parte de CONAGUA a través del correspondiente título de concesión y de obras.

- **Vialidades**

Se proyectan vialidades interiores conformadas por terracerías y bases de 12 cm de espesor. Sin asfalto. Las terracerías estarán a 60 cm sobre el nivel del terreno.

Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones.

En términos generales, las excavaciones se realizarán de la siguiente manera: para el suelo de tipo A, conformado principalmente por material suelto, se utilizarán picos y palas; para el suelo de tipo B y C que lo conforma material semiconsolidado y rocas respectivamente, serán con ayuda de una retroexcavadora.

En cuanto al proceso para realizar los rellenos, este se realizará a base del acamellonamiento del material, lo cual consiste en depositar el material que será utilizado para la compactación en pequeñas lomas a todo lo largo del terreno para que posteriormente sea tendido o nivelado por la maquina motoconformadora, para luego ser compactada por la vibrocompactadora tandem con rodillo metálico.

Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de retroexcavadora con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadora y vibrocompactadora.

Se realizarán excavaciones en la etapa de construcción y para los drenajes pluviales e instalaciones eléctricas en área de vialidades-banquetas.

El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones, o será utilizado en el acondicionamiento de las áreas verdes del proyecto.

La terracería para nivelación de vialidades se realizará con material de banco de la región, extendido y compactado con maquinaria pesada. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio solo los volúmenes requeridos.

Rellenos.

El material para efectuar el relleno será adquirido de bancos de materiales existentes autorizados, por lo que no se requerirá de la apertura de nuevos bancos. Para trasladar el material de relleno se utilizarán camiones de volteo. La técnica constructiva utilizada será la de vaciado, compactación y nivelación. El relleno de terracería se conformará hasta los 60 cm sobre el nivel del suelo.

En el caso del relleno en el interior de las edificaciones, una vez terminada la cimentación y las cadenas de cimentación se rellena el interior de la obra en capas de 20 cm compactos hasta una altura de 45 cm en promedio, con la ayuda de un bob cat y una bailarina.

Drenaje natural del sitio.

El suelo del predio es muy permeable debido a su conformación calcárea. La mayor parte del agua proveniente de la precipitación se infiltra al subsuelo y la proporción restante se evapora y se absorbe por la vegetación. En la etapa de urbanización se construirán pozos pluviales con ademe y rejillas colectoras.

Señalización y Nomenclatura.

Se proyecta la colocación de señalización tanto restrictiva, informativa y preventiva en calles interiores y de acceso, de acuerdo a proyecto avalado y autorizado por la autoridad competente.

Resumen del proceso constructivo de vialidades:

1. Trazo y nivelación de plantilla. Este proceso consiste en poner los niveles de proyecto en el terreno con la ayuda de un teodolito eléctrico o estación total y una brigada de topógrafos. Una vez que se tienen los niveles de proyecto ya en el terreno se procede a realizar los cortes de terreno donde lo requiera y el bandeo del material para alcanzar los niveles proyectados para la realización de este trabajo. Se requiere de un teodolito electrónico, un tractor de tipo orugas y retroexcavadoras para realizar los cortes.

2. Trazo y conformación de terracerías. Consiste en trazar en el campo los niveles de proyecto; se procede a acamellonar el material del banco a lo largo del tramo a trabajar y posteriormente con las motoconformadoras el material es bandeado y tendido a lo ancho del arroyo; una vez terminado este proceso la superficie es humedecida con la utilización de una pipa y compactado con una vibrocompactadora tandem de rodillo neumático. Para la realización de este trabajo se requiere de motoconformadoras, camiones de volteo, vibrocompactadoras de rodillo metálico y una pipa de 1,500 l. El volumen de material necesario para la conformación de terracerías será suministrado de diferentes bancos de materiales de la región que cumplan con las características mínimas que exige la norma para la conformación de terracerías.

3. Conformación de base hidráulica compactada, con humedad y textura adecuadas. Este trabajo consiste en tender el material de base sobre la terracería terminada de acuerdo con los niveles de proyecto; una vez acamellonado el material es tendido por la motoconformadora y posteriormente humedecido por una pipa y compactado por una vibrocompactadora tandem de rodillo neumático. Para la realización de este trabajo se emplearán motoconformadoras, camiones de volteo, pipa de 1,500 l y vibrocompactadoras de rodillo metálico.

La avenida central de acceso tendrá un ancho total de 34.57 m, conformándose por dos calles separadas por un camellón central y con banqueta. Este camellón serán espacios ajardinados. Incluye retornos y una glorieta de distribución al entroncar con las avenidas secundarias.

A partir de esta avenida principal o de acceso, las avenidas secundarias distribuirán el flujo hacia el norte y el sur. Estas avenidas tendrán 24 m de ancho incluyendo el camellón central. Posteriormente, las calles terciarias que parten de estas avenidas secundarias, tendrán un ancho de 9.5 m y rematarán en una glorieta de retorno (o cul-de-sac).

A partir de la glorieta del acceso principal, parte la vialidad que conducirá hacia la casa club y la laguna artificial, así como amenidades cercanas. Ésta tendrá una amplitud de 6.5 m, rematando en una glorieta en el acceso a la casa club.

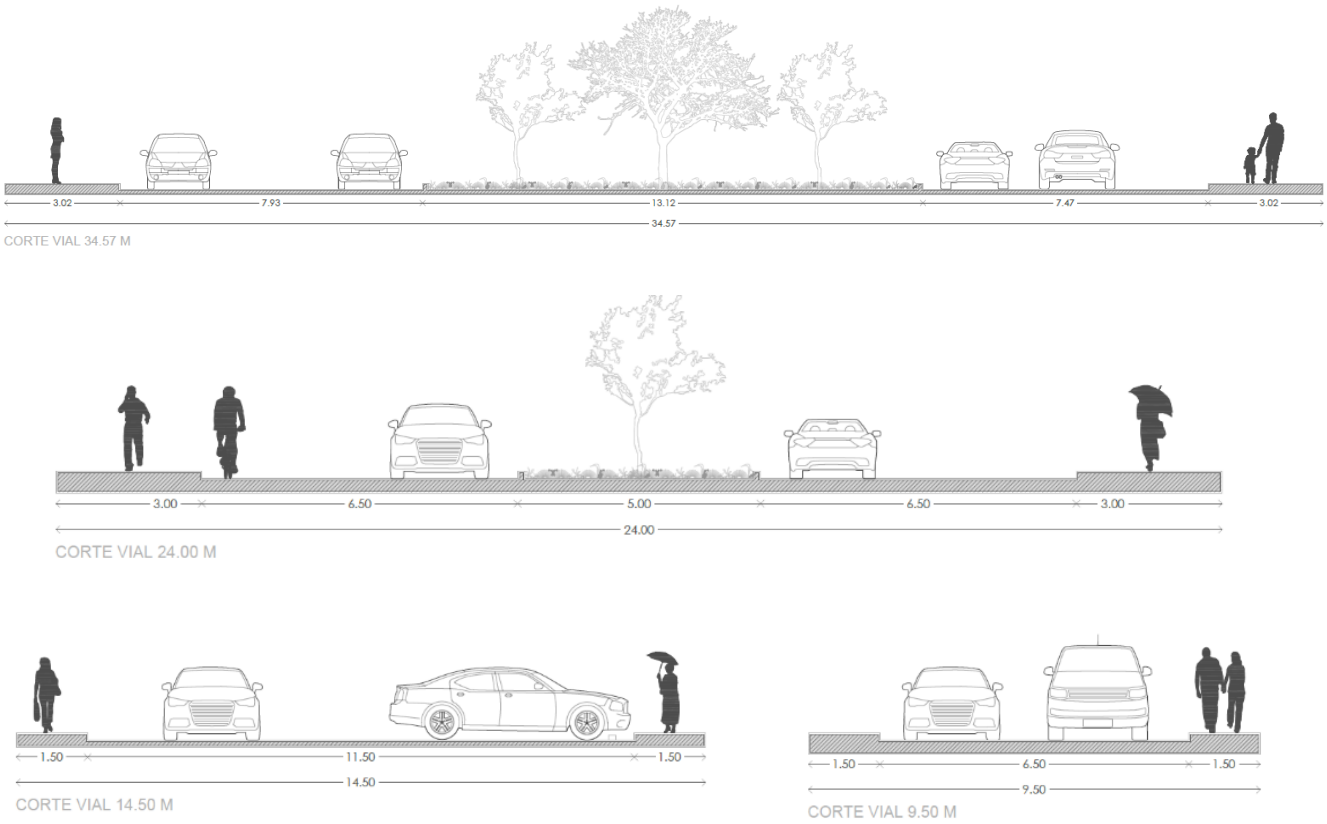

Figura I.13. Cortes de las vialidades del proyecto. *Arriba*, la avenida central de acceso (34.57 m), tendrá dos cuerpos de circulación (de 7.93 y 7.47 m), con camellón central de 13.12 m y banquetas de 3.02 m. *En medio*, avenida secundaria de 24 m, con dos cuerpos de circulación de 6.5 m, camellón de 5 m y banquetas 3.0 m. Abajo, calle de 14.5 con superficie de rodamiento de 11.5 m y banquetas de 1.5 m; así como vialidad hacia la casa club de 9.5 m con 6.5 m de circulación y banquetas de 1.5 m.

- **Instalación de Drenaje**

Se dotará al polígono con pozos pluviales previstos de zanjas colectoras con rejillas según normas y especificaciones del Ayuntamiento de Dzemul (o el de Mérida, en caso supletorio). Estos pozos se realizarán con máquinas rotatorias de perforación; estas máquinas realizan la perforación de un pozo de manera semejante a un barreno, el cabezal de perforación está previsto de picas o puntas de excavación que al ser giradas a gran velocidad penetran el suelo. Durante el proceso de excavación se generan lodos y agua que son producto del proceso de excavación.

Los pozos serán de profundidad adecuada según los requerimientos aplicables, con 10” de diámetro de perforación y 8” de diámetro de ademe, con brocal y tapa de Fo.Fo. y zanja colectora de 2 m de largo por 0.50 m de ancho construidas con paredes de mampostería

entrañada y castillos con armex 12 x 12-4 en las esquinas y cadena de nivelación con armex 12-2, con rejilla tipo Irving conectada al pozo.

- **Instalaciones eléctricas**

Se proyecta una obra de alimentación eléctrica de media tensión aérea con transformadores en poste (13 KV) o de piso y acometidas subterráneas con registros en banqueta y en arroyo vial.

Suministro e instalación de ductos, cableado, registros y equipo necesario para el funcionamiento de la red eléctrica que alimenta los lotes y el alumbrado público del proyecto según las cargas calculadas y la normatividad vigente.

El tendido de cable eléctrico que abastecerá de energía eléctrica a los lotes vendibles y a las vialidades será subterránea. Dicha energía será tomada del sistema público existente en esta zona del municipio, de hecho, existente a pie de carretera. La iluminación de vías públicas constará de postes metálicos con una luminaria y postes metálicos con doble luminaria, ambas de 11 m de altura y 700 Kg de resistencia, con un claro intercostal de 50 m.

Instalación de registro eléctrico de baja tensión en banqueta prefabricado de 0.50 x 0.80 x 0.65 m de concreto f'c= 200 kg/cm^2 con tapa y marco galvanizado según normas de CFE.

Se prevé la utilización de una máquina perforadora para la realización de las cepas, mismas que contarán con un diámetro de 40 a 50 cm y una profundidad fija de 1.60 m; en caso de no contar con la perforadora, la excavación de las cepas se realizará con ayuda de un compresor y en forma manual. El levantamiento de los postes se realizará mediante una grúa, cada poste contará con una lámpara para el alumbrado.

De igual forma, se contará con sistema de tierra física, consistente en una bajante de cobre y electrodo de tierra de cobre con una varilla Coperwell en el extremo. Se implementará un sistema de tierra física en cada poste, o en su defecto cada tres postes.

La red de distribución de alumbrado será subterránea y se instalará en las áreas de vialidades. Los cables estarán dispuestos en ductos con registros; estas actividades se realizarán con la ayuda de grúas de canasta, zanjadoras, roto martillo y una retroexcavadora con martillo hidráulico.

Cabe señalar que todos los trámites y gestiones ante CFE se realizarán en esta etapa del proyecto.

En los casos previstos por el proyecto, la transición aérea subterránea sería trifásica en media tensión con cortacircuitos fusible, 13 KV y apartarrayos tipo riser pole, 13 KV. Incluirá herrajes conectores a compresión, terminales, cortacircuitos fusible, apartarrayos tipo riser pole, mano de obra, herramienta y equipo.

Construcción de banco de ductos de media tensión bajo banqueta con tubo p.a.d. (polietileno de alta densidad) de 75 mm según norma cfe-tnfma-p1b-pad. - excavación en mat. "c" a 65 cm de Prof. Por medios manuales o mecánicos, tendido de ducto, relleno, compactación y retiro del material producto de la excavación.

Suministro e instalación de registro eléctrico de media tensión, norma CFE rmtb3, de concreto f'c=200 kg/cm^2 con tapa de concreto polimérico empotrada en losa de concreto. Incluye: despalme, excavación, acoplamiento, recepción de tubos, nivelación, plomado, grúa, tapa de concreto polimérico 84-b con aro, materiales, mano de obra, herramientas y equipo.

- **Laguna artificial (Crystal Lagoon)**

Proceso de construcción y funcionamiento

Proceso de Purificación Sustentable.

La tecnología de Crystal Lagoons® se basa en un sistema de tres componentes integrados que funcionan en armonía para garantizar la transparencia del agua con un consumo de recursos mínimo.

Tratamiento de Pulsos de Desinfección (Menos Químicos)

A diferencia de las piscinas que requieren niveles altos y constantes de cloro u otros desinfectantes, las lagunas de Crystal Lagoons® utilizan un sistema de pulsos controlados de aditivos.

Cómo funciona: Sensores ubicados estratégicamente monitorean la calidad del agua en tiempo real. Cuando se detecta la necesidad, el sistema inyecta micropulsos de agentes desinfectantes solo en los puntos específicos y momentos exactos donde se requieren.

El dato clave: Este método permite utilizar hasta 100 veces menos químicos que los sistemas tradicionales de tratamiento de piscinas, lo que reduce drásticamente el costo operativo y el impacto ambiental.

Filtración Ultrasónica de Bajo Costo (Menos Energía)

Este es el corazón de la eficiencia energética. La tecnología no filtra todo el volumen de agua. En su lugar, aplica ondas ultrasónicas que hacen que las partículas de suciedad se aglomeren en el fondo de la laguna.

Cómo funciona: Un sistema de succión móvil, similar a un robot limpiador a gran escala, recorre el fondo recolectando estas partículas aglomeradas. Solo el agua succionada por este dispositivo pasa por un sistema de filtración pequeño y eficiente.

El dato clave: Gracias a esto, la tecnología de Crystal Lagoons consume solo el 2% de la energía que requeriría un sistema de filtración convencional para un cuerpo de agua equivalente. Esto es un factor determinante en el bajo costo de mantenimiento de lagunas.

Control Telemétrico y Monitoreo Remoto.

La operación no depende de un ejército de técnicos *in situ*. Todo el proceso es supervisado 24/7 desde la sede de Crystal Lagoons a través de una plataforma telemétrica en la nube.

Cómo funciona: Los datos de los sensores se envían constantemente a la central, donde algoritmos avanzados y especialistas monitorean los parámetros físico-químicos. El sistema ajusta automáticamente los pulsos de desinfección y los ciclos de filtración sin intervención humana directa en el proyecto.

El beneficio: Esto garantiza una calidad del agua óptima de forma consistente y reduce la necesidad de personal especializado permanente en el desarrollo, simplificando la gestión para el desarrollador.

Control del manto freático: Si el terreno tiene un nivel de agua subterránea muy alto (manto freático superficial), la excavación requiere un sistema de drenaje perimetral. La base de la laguna debe estar desplantada preferentemente por encima del nivel máximo estacional del agua para evitar que la presión del subsuelo empuje el revestimiento plástico plásticamente hacia arriba.

Disponibilidad de agua: Aunque opera en circuito cerrado y consume un 30% menos agua que un campo de golf convencional, se necesita una fuente inicial de llenado. Puede ser agua dulce de pozo, agua salobre, agua de mar o incluso recolectar agua pluvial.

Enfoque en la laguna: Se debe demostrar que el movimiento de tierras, el manejo de la arena y el sistema de circuito cerrado no generarán filtraciones que contaminen los acuíferos locales (gracias al liner termosellado de alta densidad).

La construcción de una Crystal Lagoon combina obras de ingeniería civil tradicionales con la instalación de su sistema tecnológico patentado. El proceso requiere precisión técnica para asegurar la impermeabilización y el correcto funcionamiento de los sistemas automatizados.

Fases del proceso constructivo:

1. Excavación y movimiento de tierras. Diseño de pendientes: se excava el terreno replicando la forma de una playa natural, con zonas profundas en el centro (generalmente hasta 2.4 o 3 metros) y pendientes suaves hacia las orillas.
2. Compactación: el suelo se estabiliza y compacta rigurosamente para evitar asentamientos que puedan dañar la estructura posterior.
3. Impermeabilización de alta resistencia. Liner específico: se cubre toda la superficie excavada con un revestimiento plástico (liner) de alta densidad y resistencia, fabricado exclusivamente para soportar los rayos UV y el peso del agua.
4. Sellado hermético: las láminas se sueldan por termofusión para garantizar cero filtraciones hacia el subsuelo.
5. Instalación del sistema mecánico y tecnológico. Inyectores y succionadores: se coloca una red de tuberías perimetrales y subterráneas que inyectan el agua tratada y capturan las impurezas.
6. Sensores de monitoreo: se instalan dispositivos que miden en tiempo real la calidad del agua, la temperatura y las variables químicas.

7. Transductores ultrasónicos: se colocan emisores de ondas ultrasónicas en puntos estratégicos para el control de microalgas.
8. Perímetro y áreas de playa. Playas de arena blanca: se delimitan las zonas de playa artificial alrededor de la laguna, aplicando capas de arena fina seleccionada.
9. Muelle de acceso: se construyen los accesos controlados y áreas de deportes acuáticos no motorizados (kayak, paddle surf).
10. Llenado y calibración remota. Fuentes de agua: se puede llenar con agua dulce, salobre o de mar, según la disponibilidad local.
11. Conexión al centro de control: el sistema se conecta vía internet a la central telemática de Crystal Lagoons, la cual opera, calibra y activa los pulsos de desinfección de forma remota y automatizada desde la nube.



Figura I.14. Ejemplo de la laguna artificial Crystal Lagoon a implementar como parte de las amenidades del proyecto.

Impermeabilización de la laguna artificial

Para la impermeabilización de la laguna recreativa artificial a gran escala, como es el caso de las desarrolladas por Crystal Lagoons®, se utilizan sistemas de geosintéticos de altas prestaciones. A diferencia de las albercas convencionales, estas lagunas no dependen de concreto impermeabilizado ni de pinturas tradicionales, sino que utilizan un sistema de revestimiento multicapa continuo para garantizar un sellado del 100%.

Se utilizará doble capa y sistemas de drenaje: se instalará un sistema de doble capa de *liner* junto con una manta drenante intermedia. Esto permite recolectar el agua y detectar de inmediato cualquier posible fisura o fuga.

La ingeniería detrás de estas lagunas cristalinas es la siguiente:

1. Espesores estándar de las geomembranas. El grosor del material es crítico para soportar la presión hidrostática del agua y el movimiento del terreno. HDPE (Polietileno de Alta Densidad) en calibres de entre 1.5 mm y 2.0 mm (60 a 80 mils).

Este grosor ofrece el equilibrio perfecto entre flexibilidad para adaptarse al terreno y resistencia a la perforación.
PVC (Policloruro de Vinilo): Suele usarse en espesores de 1.2 mm a 1.5 mm. Es más flexible que el HDPE, lo que facilita su colocación en zonas con curvas pronunciadas o esquinas.

2. Capa de protección: Debajo de la geomembrana siempre se coloca un geotextil no tejido (usualmente de polipropileno de 200 a 400 g/m²). Funciona como un colchón para evitar que piedras o raíces del suelo pinchen el *liner*.

Los procesos involucrados son los siguientes:

Soldadura por doble canal (Cuña caliente): Una máquina automatizada calienta los extremos de dos láminas de HDPE y las funde a presión, dejando un pequeño canal vacío en medio.
Prueba de calidad neumática: Para verificar que la unión es 100% hermética, se sellan los extremos del canal intermedio, se inyecta aire a presión y se mide con un manómetro. Si la presión no baja en 5 o 10 minutos, la soldadura es perfecta.
Soldadura por extrusión: Para las esquinas, reparaciones o uniones con tuberías de concreto, se utiliza una pistola que aporta cordones de plástico fundido manualmente. Estas uniones se revisan con una prueba de chispa eléctrica o campana de vacío.

El sistema automatizado de filtrado y desinfección de estas lagunas es el núcleo de la tecnología patentada por Crystal Lagoons®. Su gran innovación radica en que no limpia toda la masa de agua continuamente, sino que aplica un principio de "telemetría y pulsos" que consume hasta 100 veces menos productos químicos y solo el 2% de la energía que requeriría una piscina olímpica tradicional.

Sistema de desinfección por pulsos microbiológicos: En lugar de mantener niveles permanentemente altos de cloro en el agua (como en las albercas comunes), este sistema opera mediante pulsos controlados.

Sensores en tiempo real: Sensores ubicados en puntos estratégicos de la laguna miden variables de calidad del agua como el pH, la temperatura, la radiación solar y la turbidez.

Inyección por pulsos: Estos sensores envían los datos de forma inalámbrica a una central computarizada (la cual suele ser monitoreada en la nube por los centros de control de la empresa proveedora). Si el sistema detecta que el crecimiento de microalgas o bacterias está por comenzar, activa micro-inyecciones de desinfectantes específicos solo en las zonas afectadas.

Eficiencia química: Este método permite mantener el agua cristalina utilizando hasta 100 veces menos químicos que los métodos tradicionales, cumpliendo con los estándares internacionales de sanidad más estrictos.

Sistema de filtración ultrasónica y de flujo pistón: Las piscinas normales filtran el agua haciéndola pasar de 1 a 3 veces al día por grandes filtros de arena. En una laguna de varias hectáreas, esto sería económicamente inviable por el costo de las bombas y la electricidad.

La solución combina ultrasonido y corrientes físicas: Floculación ultrasónica. Este sistema emite ondas de ultrasonido específicas a través del agua. Estas ondas hacen que las micropartículas de suciedad y las algas suspendidas se atraigan entre sí, aglomerándose en partículas más grandes y pesadas (flóculos).

Decantación acelerada: Al volverse pesadas, estas partículas caen rápidamente al fondo de la laguna en cuestión de horas, dejando el agua superficial completamente cristalina.

Remoción por succión (Limpiafondos automatizados): Un carro succionador robotizado recorre el fondo de la laguna recogiendo esta capa de sedimentos. De esta manera, solo se filtra el agua densa que contiene la suciedad concentrada del fondo, evitando tener que bombear y filtrar los millones de litros de la superficie.

Flujo pistón: El diseño hidráulico inyecta agua nueva por un extremo y retira el agua vieja por el otro en un movimiento lento y uniforme, impidiendo que existan "zonas muertas" o estancadas donde prolifere la suciedad.

Maquinaria para la instalación

La instalación de la geomembrana y la preparación del terreno para una laguna cristalina requieren maquinaria pesada y equipos especializados de alta precisión. El proceso se divide en dos fases: el movimiento de tierras y la instalación técnica del revestimiento plástico (*liner*).

La maquinaria indispensable para cada etapa es:

Maquinaria para la preparación del terreno (Obra Civil). Antes de colocar el plástico, el suelo debe quedar perfectamente liso, compactado y libre de piedras que puedan perforar la lámina.

Excavadoras de orugas: Realizan la excavación masiva del vaso de la laguna y dan forma a las pendientes suaves de las playas artificiales.

Motoniveladoras: Perfilan el terreno con precisión milimétrica para asegurar que las pendientes hidráulicas correctas se cumplan según el diseño.

Compactadores de rodillo liso (Vibrocompactadores): Sellarán y compactarán la tierra o la capa de arena base para evitar futuros asentamientos del suelo que rompan la geomembrana.

Camiones cisterna (Pipas de agua): Humedecen el terreno de forma homogénea durante la compactación para alcanzar la densidad óptima del suelo.

Maquinaria para la manipulación e instalación del Liner

Los rollos de HDPE o PVC son sumamente pesados (pueden superar la tonelada) y no pueden arrastrarse directamente sobre la tierra para evitar raspaduras.

Manipuladores telescópicos o Montacargas de campo traviesa: Equipados con una barra de acero especial (viga de carga) que pasa por el centro del rollo para levantarlo y transportarlo de forma segura.

Equipos de desenrollado (Spreader bars): Estructuras metálicas suspendidas de una excavadora o grúa que permiten desenrollar el plástico suavemente sobre el fondo de la laguna a medida que la máquina avanza en reversa.

Equipos especializados de soldadura y control de calidad.

Esta es la tecnología crítica que garantiza que la laguna no tenga filtraciones. Son operados por técnicos certificados.

Máquinas de soldadura por cuña caliente (Hot Wedge): Equipos automatizados que caminan solos sobre las uniones de las láminas. Calientan el plástico a temperaturas de entre 350°C y 420°C y lo unen a presión mediante rodillos, creando el doble canal de soldadura.

Extrusoras manuales: Herramientas similares a una gran pistola de pegamento que funden un cordón de aporte de polietileno. Se usan para detallar uniones complejas, parches, esquinas y pasos de tuberías.

Sopladores de aire caliente (Leister manual): Equipos portátiles para fijar y pre-soldar piezas pequeñas antes de aplicar la extrusión definitiva.

Compresores de aire con agujas de prueba: Equipos manuales de presión que inyectan aire en el doble canal de las soldaduras para comprobar visualmente en el manómetro que no existan fugas.

- **Amenidades menores**

En esta etapa del proyecto, las amenidades menores u otras amenidades se encuentran definidas solo en términos generales, con su ubicación en la poligonal y usos previstos de cada instalación.

Canchas de pádel (2)

Se presenta a continuación la descripción general del proceso constructivo de las canchas de Pádel previstos por el desarrollo:

La cancha será construida conforme a las especificaciones técnicas y dimensiones reglamentarias, considerando materiales resistentes a las condiciones climáticas predominantes en el norte de Yucatán, caracterizadas por altas temperaturas, elevada humedad relativa y presencia de vientos intensos durante determinadas épocas del año. La infraestructura comprenderá la superficie deportiva, cimentación, estructura metálica, cerramientos de cristal templado y malla metálica, sistema de iluminación LED, drenaje superficial y las instalaciones eléctricas correspondientes.

Previo al inicio de la construcción se efectuarán las siguientes actividades:

- Delimitación del área de trabajo mediante señalización preventiva.
- Trazo y nivelación del terreno utilizando equipo topográfico.
- Limpieza superficial del área, retirando residuos, vegetación y material suelto.
- Excavaciones menores para la conformación de la plataforma y desplante de cimentaciones.

En esta etapa únicamente se removerá el volumen de suelo estrictamente necesario para alojar la estructura de la cancha.

Se realizará el despalme y excavación de la capa superficial del terreno hasta alcanzar el nivel de proyecto. Posteriormente se llevará a cabo:

- conformación de subrasante;
- nivelación;
- humectación;
- compactación mecánica en capas sucesivas hasta alcanzar la densidad especificada por el proyecto estructural.

En caso de requerirse, se colocará material de banco debidamente compactado para garantizar la capacidad portante del terreno.

La cimentación dependerá del estudio geotécnico del sitio; sin embargo, considerando las características del suelo calizo predominante en Dzemul, normalmente se emplearán:

- zapatas aisladas de concreto reforzado para los postes estructurales;
- dados de cimentación;
- cadenas de liga;
- plantilla de concreto pobre.

El concreto será elaborado con la resistencia especificada por el cálculo estructural y contará con el acero de refuerzo correspondiente. Todos los elementos quedarán correctamente alineados para recibir la estructura metálica.

Sobre la plataforma compactada se ejecutará la base estructural de la cancha, la cual comprenderá:

- capa de material granular;
- base hidráulica compactada;
- losa de concreto reforzado o carpeta asfáltica, según el sistema constructivo seleccionado.

Durante el colado se garantizarán:

- pendientes mínimas (0.5 a 1 %) para facilitar el desalojo pluvial;
- acabado completamente nivelado;
- juntas de control para evitar agrietamientos.

Una vez alcanzada la resistencia requerida, se procederá a la colocación del acabado deportivo.

Con el objeto de evitar encharcamientos durante la temporada de lluvias, la cancha contará con drenaje superficial mediante pendientes dirigidas hacia canaletas o rejillas perimetrales. Las aguas pluviales serán conducidas al sistema de infiltración del desarrollo, sin generar descargas directas hacia predios vecinos o zonas naturales.

Una vez terminada la base estructural se instalará el sistema deportivo compuesto por:

- membrana de soporte;
- rollos de césped sintético especializado para pádel;
- uniones mediante cintas y adhesivos;
- relleno de arena sílica lavada y seca;
- cepillado mecánico para distribuir uniformemente el material de relleno.

El césped será resistente a radiación ultravioleta, abrasión, humedad y ambiente salino.

Posteriormente se instalará la estructura perimetral fabricada con perfiles de acero estructural galvanizado o protegido mediante sistemas anticorrosivos. Las actividades incluirán:

- colocación de postes;
- montaje de marcos;
- alineación;
- nivelación;
- fijación mediante placas de anclaje y pernos.

Todos los elementos metálicos recibirán protección anticorrosiva adecuada para prolongar su vida útil en ambiente costero.

Sobre la estructura metálica se colocarán los paneles de cristal templado de seguridad con espesor reglamentario. Los cristales serán fijados mediante herrajes certificados y juntas flexibles que permitan absorber pequeñas deformaciones estructurales.

En las zonas superiores y laterales se instalará malla metálica galvanizada o con recubrimiento plastificado resistente a la corrosión.

Se ejecutarán las canalizaciones eléctricas subterráneas para alimentar el sistema de iluminación. Las instalaciones comprenderán:

- tubería conduit;
- registros eléctricos;
- cableado;
- tablero de protección;
- sistema de puesta a tierra.

La iluminación estará conformada por luminarias LED de alta eficiencia energética montadas sobre postes metálicos de la altura especificada por el proyecto de iluminación.

Finalmente se instalarán: red reglamentaria; postes centrales; puertas de acceso; señalización; mobiliario complementario, en caso de contemplarse (bancas, papeleras o portaequipos). Y se procederá a la limpieza final.

Resumen de maquinaria y materiales:

Durante la construcción podrán emplearse, entre otros:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- equipo de soldadura;
- herramientas eléctricas manuales;
- grúa ligera para montaje de cristales y estructura metálica.

Los principales materiales que se utilizarán incluyen:

- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- perfiles estructurales galvanizados;
- cristal templado de seguridad;
- malla electrosoldada galvanizada;
- césped sintético para pádel;
- arena sílica;
- grava y material granular;
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED;
- pinturas y recubrimientos anticorrosivos;
- pernos, anclas y herrajes galvanizados.

Canchas de pickleball (3)

La cancha será construida conforme a las especificaciones técnicas establecidas por los organismos rectores de este deporte, considerando una superficie aproximada de 18.30 × 9.10 m (60 × 30 pies), incluyendo las áreas de seguridad perimetrales necesarias para el adecuado desarrollo del juego.

El diseño contempla una superficie deportiva de concreto con recubrimiento acrílico especializado, estructura para la red, sistema de iluminación LED, drenaje pluvial superficial e instalaciones eléctricas, utilizando materiales resistentes a las condiciones ambientales de la costa norte del estado de Yucatán, caracterizadas por alta humedad, radiación solar intensa, ambiente salino y vientos estacionales.

Previo al inicio de la construcción se realizarán las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Trazo y nivelación mediante equipo topográfico.
- Limpieza del terreno, retirando residuos y vegetación únicamente en la superficie destinada a la obra.

- Excavaciones superficiales para la conformación de la plataforma y desplante de la losa.

Estas actividades se efectuarán procurando afectar exclusivamente el área autorizada del proyecto.

Una vez preparado el sitio se procederá a:

- retiro de la capa superficial del terreno (despalme);
- excavaciones menores;
- conformación de la subrasante;
- colocación, en caso de ser necesario, de material de banco;
- humectación y compactación mecánica por capas hasta alcanzar la densidad especificada en el proyecto estructural.

La nivelación garantizará una superficie uniforme que permita un adecuado comportamiento estructural y un correcto drenaje pluvial.

Sobre la subrasante compactada se construirá la plataforma estructural, integrada por:

- base granular compactada;
- plantilla de concreto, cuando el proyecto estructural lo requiera;
- losa de concreto hidráulico reforzado con acero de refuerzo o malla electrosoldada.

La losa contará con el espesor y resistencia establecidos en el cálculo estructural y se ejecutarán juntas de control para minimizar la aparición de fisuras por contracción. Asimismo, se incorporarán pendientes suaves, generalmente entre 0.5 y 1.0 %, para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales.

Una vez alcanzada la resistencia del concreto, la superficie será preparada mediante limpieza, reparación de imperfecciones y aplicación de un sistema de recubrimiento deportivo compuesto por:

- sellador de poros;
- capas niveladoras;
- recubrimiento acrílico de alta resistencia;
- pintura especializada para canchas deportivas.

Posteriormente se realizará el trazo reglamentario de las líneas de juego utilizando pintura acrílica de alta durabilidad y resistencia a la radiación ultravioleta. Este acabado proporciona una superficie antideslizante, uniforme y de bajo mantenimiento.

La cancha contará con un sistema de drenaje superficial basado en pendientes que conducirán el agua de lluvia hacia canaletas o rejillas perimetrales. El escurrimiento será dirigido al sistema general de captación e infiltración pluvial del desarrollo inmobiliario, evitando encharcamientos y erosión del terreno.

Concluida la superficie deportiva se instalarán:

- postes metálicos galvanizados para la red;
- red reglamentaria de pickleball;

- anclajes permanentes;
- protectores de postes, en caso de contemplarse.

Todos los elementos metálicos contarán con tratamiento anticorrosivo adecuado para ambientes costeros.

Para permitir el uso nocturno de la cancha se instalará un sistema de iluminación integrado por:

- canalizaciones eléctricas subterráneas;
- registros de inspección;
- cableado;
- tablero de protección;
- sistema de puesta a tierra;
- postes metálicos;
- luminarias LED de alta eficiencia energética.

La orientación y distribución de las luminarias se diseñarán para proporcionar una iluminación uniforme, minimizando el deslumbramiento y reduciendo la dispersión de luz hacia las áreas naturales circundantes.

Dependiendo del proyecto ejecutivo podrán incorporarse los siguientes elementos:

- banquetas de acceso;
- áreas de descanso;
- bancas;
- papeleras;
- jardinería ornamental;
- señalización;
- cercado perimetral mediante malla metálica plastificada o galvanizada para evitar la salida de las pelotas durante el juego.

Estas obras se integrarán al diseño paisajístico del conjunto.

Al concluir la construcción se realizará la limpieza general de la obra, verificación de pendientes; inspecciones y pruebas de instalaciones; etc.

Resumen de maquinaria y materiales:

Durante la ejecución podrán emplearse los siguientes equipos:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- vibrador para concreto;
- equipo de soldadura;
- herramientas eléctricas manuales;
- plataforma de elevación para instalación de luminarias.

Los principales materiales considerados son:

- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- malla electrosoldada;
- material granular para base;
- grava y arena;
- recubrimientos acrílicos deportivos;
- pintura para demarcación;
- postes galvanizados;
- red reglamentaria de pickleball;
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED;
- registros eléctricos;
- pernos y anclas galvanizadas;
- cercado metálico (cuando se contemple).

Parque infantil

El parque estará integrado por áreas de juegos infantiles, bancas, botes para residuos, iluminación y elementos de seguridad, procurando su integración con el paisaje del desarrollo.

Previo al inicio de las obras se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Trazo y nivelación mediante equipo topográfico.
- Limpieza superficial del terreno, retirando únicamente vegetación herbácea, residuos y material suelto presentes en el área de construcción.

Estas actividades se desarrollarán procurando minimizar la alteración del terreno y evitando afectaciones fuera del polígono autorizado.

Una vez preparado el sitio se ejecutarán las actividades de:

- despalme superficial;
- excavaciones para cimentaciones de mobiliario y juegos;
- conformación de plataformas;
- nivelación del terreno;
- rellenos localizados;
- compactación mecánica por capas hasta alcanzar la densidad especificada en el proyecto.

Las pendientes naturales serán respetadas en la medida de lo posible para favorecer el drenaje superficial.

Los juegos infantiles y demás elementos de mobiliario serán instalados sobre cimentaciones de concreto reforzado diseñadas conforme a las especificaciones del fabricante. Las actividades comprenderán:

- excavación puntual;
- colocación de plantilla de concreto, cuando proceda;
- habilitado del acero de refuerzo;
- colado de dados o zapatas;
- colocación de anclas y pernos de fijación.

Una vez alcanzada la resistencia del concreto se procederá al montaje del equipamiento (de los juegos infantiles), los cuales podrán incluir, entre otros:

- resbaladillas;
- columpios;
- estructuras de escalamiento;
- pasamanos;
- puentes;
- paneles lúdicos;
- juegos inclusivos para usuarios con discapacidad, cuando el proyecto así lo contemple.

Los equipos serán prefabricados y fabricados con materiales resistentes al ambiente marino, tales como acero galvanizado, aluminio, acero inoxidable, polietileno de alta densidad (HDPE), plásticos reforzados y madera tratada, según el diseño seleccionado.

Todas las uniones serán verificadas para garantizar su estabilidad estructural y seguridad.

En las zonas destinadas a juegos infantiles se instalará un sistema de amortiguamiento para reducir el riesgo de lesiones por caídas. Dependiendo del proyecto ejecutivo, podrá utilizarse alguno de los siguientes sistemas:

- piso continuo de caucho reciclado vaciado en sitio;
- losetas de hule amortiguante;
- arena sílica.

El sistema seleccionado cumplirá con las especificaciones técnicas de absorción de impactos aplicables.

El parque contará con un sistema de iluminación para favorecer la seguridad de los usuarios durante horarios vespertinos. Las instalaciones comprenderán:

- canalizaciones eléctricas subterráneas;
- registros eléctricos;
- cableado;
- sistema de puesta a tierra;
- tablero de control;
- postes metálicos;
- luminarias LED de alta eficiencia energética.

La distribución de la iluminación buscará reducir la contaminación lumínica mediante luminarias con ópticas dirigidas exclusivamente hacia las áreas de uso.

Como parte del equipamiento complementario podrán instalarse:

- bancas;
- portabicicletas;
- señalización informativa;
- reglamentos de uso;
- bolardos;
- elementos de accesibilidad universal.

Todo el mobiliario será fijado mediante cimentaciones adecuadas y contará con acabados resistentes a la corrosión.

Las superficies y áreas de estancia contarán con pendientes suaves que conducirán el agua hacia áreas de infiltración, jardines de lluvia o el sistema pluvial del desarrollo. Se evitará la generación de encharcamientos que puedan afectar la seguridad de los usuarios o deteriorar los materiales.

Resumen de maquinaria y materiales:

Durante la construcción podrán emplearse:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- vibrador para concreto;
- allanadora;
- equipo de soldadura;
- perforadora manual;
- plataforma de elevación para luminarias;
- herramientas eléctricas y manuales.

La maquinaria permanecerá únicamente durante el tiempo indispensable para cada actividad.

Los materiales considerados incluyen:

- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- grava, arena y material de banco;
- acero galvanizado;
- acero inoxidable;
- aluminio;
- polietileno de alta densidad (HDPE);
- caucho reciclado o losetas amortiguantes;
- madera tratada certificada (cuando aplique);
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED.

Cancha de futbol de arena

La cancha estará conformada por una superficie de arena sílica de granulometría controlada, delimitada mediante elementos de contención perimetral y equipada con porterías, sistema de drenaje, iluminación, andadores de acceso y áreas de estancia. La superficie y dimensiones podrán ajustarse al proyecto ejecutivo; sin embargo, se procurará cumplir con las especificaciones técnicas recomendadas para la práctica recreativa y amateur del fútbol de arena.

Previo al inicio de la construcción se realizarán las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Levantamiento topográfico para verificar niveles y pendientes.
- Limpieza superficial del terreno, retirando vegetación herbácea, residuos y material suelto únicamente dentro del área autorizada.
- Protección de la vegetación que permanecerá en el sitio.

Estas actividades se ejecutarán minimizando la alteración del terreno natural y evitando afectaciones fuera del polígono del proyecto.

Una vez preparado el sitio se desarrollarán las siguientes actividades:

- despalme superficial;
- excavaciones menores;
- conformación de la subrasante;
- rellenos localizados, cuando sean necesarios;
- nivelación general;
- compactación mecánica de la base estructural.

La plataforma se construirá respetando las pendientes de diseño para facilitar el adecuado drenaje de las aguas pluviales.

La cancha se edificará sobre una plataforma compuesta por varias capas estructurales que permitirán mantener la estabilidad de la arena y facilitar la infiltración del agua.

El sistema constructivo comprenderá:

- conformación y compactación de la subrasante;
- colocación de geotextil separador, cuando lo establezca el proyecto ejecutivo;
- capa de material granular para drenaje;
- instalación de tuberías perforadas o drenes franceses, cuando sean requeridos;
- nivelación de la superficie.

El sistema permitirá evitar encharcamientos y conservar las condiciones adecuadas de juego durante la temporada de lluvias.

Sobre la base preparada se colocará arena sílica lavada de granulometría uniforme, libre de materia orgánica, arcillas y elementos abrasivos. La arena será extendida mediante equipo ligero y nivelada hasta alcanzar el espesor especificado en el proyecto,

generalmente entre 35 y 45 cm. Posteriormente se realizarán labores de perfilado y nivelación manual para obtener una superficie uniforme y segura para la práctica deportiva.

Durante la etapa de operación se efectuará el mantenimiento periódico mediante rastrillado, redistribución y reposición parcial del material cuando sea necesario.

La cancha contará con elementos perimetrales que evitarán la dispersión de la arena y facilitarán la contención del área de juego. Dependiendo del proyecto ejecutivo podrán emplearse:

- guarniciones de concreto;
- bordillos prefabricados;
- perfiles metálicos galvanizados;
- elementos de madera tratada o materiales compuestos resistentes al ambiente marino.

Concluida la superficie de arena se instalarán los elementos deportivos, entre ellos:

- porterías reglamentarias fabricadas con acero galvanizado o aluminio;
- redes de polietileno de alta resistencia;
- anclajes permanentes;
- señalización deportiva;
- banderines o elementos delimitadores, cuando el proyecto los contemple.

Se construirán andadores peatonales que permitan el acceso seguro a la cancha, mediante:

- base hidráulica compactada;
- concreto hidráulico o adoquín permeable, según el proyecto ejecutivo;
- acabado antiderrapante.

Asimismo, podrán habilitarse áreas de estancia con bancas para brindar comodidad a los usuarios y espectadores.

La cancha contará con iluminación artificial para permitir su utilización en horarios vespertinos y nocturnos.

El sistema comprenderá:

- canalizaciones subterráneas;
- registros eléctricos;
- cableado;
- tablero de protección;
- sistema de puesta a tierra;
- postes metálicos galvanizados;
- luminarias LED de alta eficiencia energética.

Las luminarias estarán orientadas hacia la superficie deportiva para minimizar la contaminación lumínica y evitar afectaciones a las áreas naturales circundantes.

Las áreas adyacentes serán acondicionadas mediante trabajos de paisajismo que incluirán:

- plantación de árboles de sombra;

- arbustos ornamentales;
- especies nativas adaptadas al ambiente.

Se privilegiará el uso de vegetación de bajo requerimiento hídrico y elevada resistencia a la salinidad.

Concluidas las obras se realizarán las siguientes actividades:

- limpieza integral del área;
- retiro de materiales sobrantes;
- disposición adecuada de residuos de construcción;
- revisión del sistema de drenaje;
- nivelación final de la arena;
- verificación de porterías y anclajes;
- pruebas del sistema de iluminación;
- acondicionamiento de las áreas verdes.

Resumen de maquinaria y materiales

Durante la construcción podrán emplearse:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- motoconformadora ligera, cuando sea necesaria;
- revolvedora de concreto;
- equipo de soldadura;
- plataforma de elevación;
- herramientas manuales y eléctricas;
- rastras y niveladores para arena.

Los principales materiales considerados son:

- arena sílica lavada;
- material granular para base;
- geotextil, cuando aplique;
- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- tubería perforada para drenaje;
- grava;
- porterías galvanizadas o de aluminio;
- redes deportivas;
- acero galvanizado;
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED;
- bancas y mobiliario urbano.

Canchas de futpong (2)

El futpong es una modalidad recreativa que combina elementos del fútbol y el tenis de mesa, en la que los jugadores utilizan los pies, piernas, pecho y cabeza para controlar un balón sobre una mesa especialmente diseñada para este deporte.

Las instalaciones estarán conformadas por una superficie de circulación, mesa reglamentaria de futpong, área de seguridad perimetral, iluminación, mobiliario urbano y áreas verdes complementarias. El diseño priorizará la accesibilidad, seguridad y durabilidad de los materiales, considerando las condiciones climáticas propias del municipio de Dzemul, caracterizadas por elevada humedad, ambiente salino, altas temperaturas y radiación solar intensa.

Previo al inicio de la construcción se realizarán las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Levantamiento topográfico para verificar niveles y pendientes.
- Limpieza superficial del terreno, retirando vegetación herbácea, residuos y material suelto dentro del área destinada a la obra.

Se llevarán a cabo los trabajos de:

- despalme superficial;
- excavaciones menores para cimentaciones;
- conformación de la plataforma;
- nivelación;
- rellenos localizados, cuando sean necesarios;
- compactación mecánica de la subrasante y base.

Sobre la subrasante compactada se construirá la plataforma mediante:

- colocación de base hidráulica compactada;
- construcción de losa de concreto hidráulico o colocación de pavimento permeable, de acuerdo con el proyecto ejecutivo;
- formación de pendientes suaves para facilitar el drenaje pluvial;
- ejecución de juntas de control para minimizar fisuras.

La superficie contará con acabado antiderrapante para garantizar la seguridad de los usuarios.

Las mesas deportivas serán instaladas sobre cimentaciones de concreto reforzado, diseñadas conforme a las especificaciones del fabricante. Las actividades comprenderán:

- excavación puntual;
- habilitado del acero de refuerzo;
- colado de dados o zapatas de concreto;
- colocación de placas de anclaje y pernos;
- montaje, alineación y nivelación de las mesas.

Las mesas podrán ser fabricadas en concreto prefabricado, concreto polímero, acero galvanizado o materiales compuestos de alta resistencia, con superficies diseñadas para soportar la exposición permanente a la intemperie y al ambiente costero.

Alrededor de cada mesa se habilitará un área libre de obstáculos que permita el desplazamiento seguro de los jugadores. Estas áreas podrán contar con:

- pavimento de concreto con acabado antiderrapante;
- adoquines permeables;
- superficies estabilizadas de grava fina;
- delimitación mediante jardineras o mobiliario urbano.

Cuando el proyecto contemple el uso nocturno de las instalaciones, se construirá un sistema de iluminación compuesto por:

- canalizaciones eléctricas subterráneas;
- registros de inspección;
- cableado;
- sistema de puesta a tierra;
- tablero de protección;
- postes metálicos galvanizados;
- luminarias LED de alta eficiencia energética.

La orientación de las luminarias minimizará el deslumbramiento y reducirá la dispersión de luz hacia las áreas naturales del desarrollo.

El área de las canchas podrá complementarse con bancas; portabicicletas y jardineras con especies nativas o adaptadas al ambiente costero, entre otros.

Resumen de maquinaria y materiales

Durante la construcción podrán utilizarse:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- vibrador para concreto;
- equipo de soldadura;
- herramientas manuales y eléctricas;
- plataforma de elevación para instalación de luminarias.

La maquinaria permanecerá únicamente durante el tiempo necesario para cada etapa constructiva.

Los principales materiales considerados son:

- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;

- material de banco y base hidráulica;
- concreto prefabricado o polímero para las mesas deportivas;
- acero galvanizado;
- acero inoxidable para anclajes y tornillería;
- pavimento de concreto o adoquín permeable;
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED;
- mobiliario urbano;
- vegetación nativa y ornamental.

Cancha de volleyball de playa

Previo al inicio de la construcción se desarrollarán las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Levantamiento topográfico para definir niveles y pendientes.
- Limpieza superficial del terreno, retirando la vegetación presente, residuos y material suelto presentes dentro del área autorizada.

Estas actividades se ejecutarán procurando minimizar la alteración del terreno natural y evitando afectaciones fuera del polígono del proyecto.

Una vez preparado el sitio se realizarán las siguientes actividades:

- despalme superficial;
- excavaciones menores;
- conformación de la plataforma;
- nivelación;
- rellenos localizados cuando sean necesarios;
- compactación mecánica de la subrasante.

La plataforma será construida respetando las pendientes previstas en el proyecto ejecutivo para favorecer el drenaje natural del agua pluvial. La cancha contará con un sistema de base diseñado para permitir el rápido desalojo del agua de lluvia y mantener condiciones adecuadas de uso.

El procedimiento constructivo comprenderá:

- conformación de la subrasante compactada;
- colocación de geotextil separador, cuando el proyecto lo contemple;
- instalación de una capa de grava o material granular de alta permeabilidad;
- colocación de drenes franceses o tuberías perforadas, cuando sean requeridos por el diseño hidráulico;
- nivelación de la superficie de soporte.

Este sistema permitirá evitar encharcamientos y favorecer la infiltración del agua hacia el terreno.

Sobre la base drenante se colocará arena sílica lavada o arena de características equivalentes, libre de materia orgánica, arcillas, piedras y elementos abrasivos.

La arena será distribuida y nivelada hasta alcanzar el espesor especificado en el proyecto ejecutivo, procurando una superficie uniforme, estable y segura para la práctica deportiva. Durante la operación del parque deportivo se realizarán trabajos periódicos de rastrillado, nivelación y reposición parcial del material cuando resulte necesario.

La cancha contará con elementos perimetrales destinados a contener la arena y delimitar el área deportiva. Dependiendo del proyecto ejecutivo podrán emplearse:

- guarniciones de concreto;
- perfiles metálicos galvanizados;
- bordillos prefabricados;
- elementos de madera tratada o materiales compuestos resistentes al ambiente costero.

La delimitación será diseñada para evitar riesgos a los usuarios y facilitar el mantenimiento de la cancha.

Concluida la superficie de arena se instalarán los elementos deportivos, entre ellos:

- postes metálicos galvanizados o de aluminio;
- sistema de anclaje desmontable o fijo;
- red reglamentaria;
- protectores acolchados para postes;
- líneas delimitadoras fabricadas con materiales resistentes a la intemperie.

Todos los elementos metálicos contarán con protección anticorrosiva adecuada para ambientes marinos. Podrán incorporarse áreas de descanso con bancas y en su caso, pérgolas ligeras.

La cancha contará con un sistema de iluminación para permitir su utilización en horarios vespertinos y nocturnos. Las instalaciones comprenderán:

- canalizaciones eléctricas subterráneas;
- registros eléctricos;
- cableado;
- sistema de puesta a tierra;
- tablero de control;
- postes metálicos galvanizados;
- luminarias LED de alta eficiencia energética.

La distribución de las luminarias se diseñará para proporcionar iluminación uniforme sobre la superficie de juego, reduciendo el deslumbramiento y minimizando la contaminación lumínica.

Concluidos los trabajos se realizará:

- limpieza integral del área;
- retiro de residuos de construcción;

- disposición adecuada de materiales sobrantes;
- revisión de la nivelación de la arena;
- inspección de postes, anclajes y red;
- pruebas del sistema de iluminación;
- acondicionamiento final de las áreas verdes.

Resumen de maquinaria y materiales

Durante la ejecución podrán emplearse:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- equipo de soldadura;
- plataforma de elevación;
- herramientas manuales y eléctricas;
- rastras y niveladores para arena.

Los principales materiales considerados incluyen:

- arena sílica lavada;
- grava y material granular para drenaje;
- geotextil (cuando aplique);
- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- tubería perforada para drenaje;
- postes galvanizados o de aluminio;
- red reglamentaria;
- líneas delimitadoras;
- tubería PVC y conduit;
- cableado eléctrico;
- luminarias LED;
- mobiliario urbano;
- vegetación nativa y ornamental.

Área de asadores y picnic con baños

La amenidad estará integrada por áreas de picnic con mesas y bancas, módulos de asadores, pérgolas o estructuras ligeras de sombra, andadores peatonales, áreas ajardinadas, iluminación exterior, mobiliario urbano y un módulo de servicios sanitarios que incluirá baños para mujeres, hombres y, en su caso, sanitarios accesibles para personas con discapacidad, conforme a la normatividad aplicable. Se utilizarán materiales durables y resistentes al ambiente caracterizado por alta humedad relativa, salinidad relativa, radiación solar intensa y temperaturas elevadas, procurando minimizar las necesidades de mantenimiento y maximizar la vida útil de la infraestructura.

Previo al inicio de las obras se realizarán las siguientes actividades:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Levantamiento topográfico para definir niveles y referencias.
- Limpieza superficial del terreno, retirando únicamente vegetación necesaria, residuos y material suelto dentro del área autorizada.

Estas actividades se ejecutarán procurando minimizar la alteración del terreno natural y evitando afectaciones fuera del polígono autorizado.

Posteriormente se desarrollarán los trabajos de:

- despalme superficial;
- excavaciones para cimentaciones;
- conformación de plataformas;
- excavaciones para instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y pluviales;
- rellenos localizados;
- nivelación general del terreno;
- compactación mecánica de la subrasante.

Las pendientes del terreno serán diseñadas para favorecer el drenaje superficial y evitar encharcamientos.

La cimentación de las estructuras se ejecutará conforme al estudio geotécnico y al proyecto estructural. Las actividades comprenderán:

- excavación para zapatas y dados;
- colocación de plantilla de concreto cuando sea requerida;
- habilitado y colocación del acero de refuerzo;
- colado de zapatas, dados y cadenas de desplante;
- relleno y compactación alrededor de las cimentaciones.

El módulo sanitario comprenderá la construcción de:

- muros de block de concreto o sistema constructivo equivalente;
- castillos y cadenas de concreto reforzado;
- losa de cubierta de concreto o estructura ligera con cubierta resistente a la corrosión;
- firmes de concreto;
- acabados interiores y exteriores;
- pisos antiderrapantes;
- recubrimientos cerámicos en áreas húmedas;
- cancelería y carpintería;
- impermeabilización de cubiertas.

El módulo sanitario contará con instalaciones para:

- suministro de agua potable;
- distribución hidráulica;
- lavabos;
- sanitarios;
- mingitorios, cuando se contemplen;
- registros sanitarios;
- tuberías de descarga;

- sistema de ventilación sanitaria.

Las instalaciones eléctricas comprenderán:

- canalizaciones subterráneas;
- registros eléctricos;
- cableado;
- centro de carga;
- protecciones eléctricas;
- sistema de puesta a tierra;
- iluminación interior del módulo sanitario;
- iluminación exterior de las áreas de convivencia.

Se utilizarán luminarias LED de alta eficiencia energética para reducir el consumo eléctrico.

Las áreas destinadas a preparación de alimentos (asadores) incluirán:

- módulos de asadores construidos con concreto reforzado, mampostería o prefabricados;
- parrillas metálicas de acero inoxidable o acero galvanizado de alta resistencia;
- contenedores para cenizas y residuos.

Los asadores serán distribuidos de manera que se mantengan distancias adecuadas entre sí y respecto de la vegetación circundante.

Las áreas de convivencia comprenderán:

- bancas;
- pérgolas o estructuras ligeras de sombra;
- contenedores para separación de residuos;
- portabicicletas.

Todo el mobiliario será fijado mediante anclajes adecuados y fabricado con materiales resistentes al ambiente marino.

Los accesos peatonales y áreas de circulación se construirán mediante:

- base hidráulica compactada;
- concreto hidráulico con acabado antiderrapante o adoquín permeable;
- guarniciones y delimitaciones cuando sean necesarias.

Resumen de maquinaria y materiales

Durante la construcción podrán utilizarse:

- retroexcavadora;
- minicargador;
- camión de volteo;
- compactador vibratorio;
- revolvedora de concreto;
- vibrador para concreto;

- equipo de soldadura;
- cortadora de concreto;
- herramientas manuales y eléctricas.

La maquinaria permanecerá únicamente durante el tiempo requerido para cada etapa constructiva.

Los principales materiales considerados incluyen:

- concreto hidráulico;
- acero de refuerzo;
- block de concreto;
- morteros y cementos;
- grava, arena y material de banco;
- recubrimientos cerámicos;
- impermeabilizantes;
- perfiles de acero galvanizado o aluminio;
- acero inoxidable para parrillas y accesorios;
- tubería hidráulica de PVC o CPVC;
- tubería sanitaria de PVC;
- registros prefabricados;
- cableado eléctrico;
- tubería conduit;
- luminarias LED;
- mobiliario urbano.

Parque extremo

Este parque estará destinado a actividades recreativas y deportivas para usuarios de distintas edades, integrando áreas para patineta (skate), BMX, scooter, parkour y calistenia, con espacios seguros y accesibles.

Previo al inicio de la construcción se realizarán las siguientes actividades:

- Levantamiento topográfico y trazo del área.
- Delimitación del sitio de obra.
- Limpieza y despalme superficial, retirando únicamente vegetación herbácea y residuos presentes.
- Nivelación del terreno mediante equipo ligero.
- Instalación temporal de almacén de materiales y herramientas.
- Señalización y medidas de seguridad para trabajadores.

Debido a la naturaleza kárstica del terreno en Dzemul, las excavaciones serán mínimas. Las actividades comprenden:

- Corte y nivelación del terreno.
- Excavaciones para cimentaciones superficiales.
- Formación de pendientes para drenaje pluvial.
- Rellenos y compactación con material pétreo de banco cuando sea necesario.

Las estructuras se apoyarán mediante cimentaciones superficiales consistentes en:

- Zapatas aisladas.
- Dados de concreto.
- Losas de cimentación para elementos especiales.

El concreto será elaborado con resistencia acorde al diseño estructural (generalmente f'c = 250 kg/cm² o superior), utilizando acero de refuerzo grado 42 o superior conforme a la normatividad vigente.

Las áreas para skate y BMX estarán conformadas por:

- Base hidráulica compactada.
- Capa de concreto reforzado.
- Rampas monolíticas de concreto armado.
- Curvas, bowls, quarters, banks, rails y funbox construidos con concreto de alta resistencia y acabado pulido.

Las juntas de control se colocarán para reducir agrietamientos por cambios térmicos.

Se instalarán:

- Barras horizontales galvanizadas.
- Barras paralelas.
- Muros para salto.
- Plataformas de concreto.
- Estructuras metálicas con pintura electrostática.
- Elementos prefabricados de concreto.

Las zonas de caída incorporarán piso amortiguante de caucho continuo o arena sílica, dependiendo del diseño definitivo.

Considerando la alta infiltración del terreno calizo, el manejo pluvial contempla:

- Pendientes superficiales.
- Pozos de absorción.
- Cunetas filtrantes.
- Áreas verdes permeables.

El parque contará con:

- Canalizaciones subterráneas en tubería PVC.
- Registros eléctricos.
- Alumbrado LED.
- Postes metálicos galvanizados.
- Sistema de protección contra sobrecorrientes.
- Sistema de puesta a tierra.

Se instalarán:

- Bancas.

- Bicicleteros.
- Señalización informativa y preventiva.
- Reglas de uso del parque.

Todos los elementos estarán fabricados con materiales resistentes a la corrosión provocada por el ambiente salino.

Las áreas libres serán acondicionadas mediante:

- Capa de tierra vegetal.
- Plantación de especies nativas adaptadas al clima costero.
- Árboles de sombra.
- Cubresuelos resistentes a la sequía.
- Sistema de riego temporal durante el establecimiento de la vegetación.

Se favorecerá el uso de especies con bajo requerimiento hídrico.

Los principales acabados serán:

- Concreto pulido.
- Concreto aparente sellado.
- Pinturas acrílicas para exteriores.
- Pintura epóxica en elementos metálicos.
- Selladores impermeables para concreto.
- Recubrimientos anticorrosivos.

Resumen de maquinaria y materiales:

Durante la construcción podrán utilizarse:

- Retroexcavadora.
- Minicargador.
- Compactador tipo placa vibratoria.
- Revolvedora de concreto.
- Vibradores para concreto.
- Soldadora.
- Herramientas manuales.

La maquinaria será utilizada únicamente durante las etapas constructivas.

La obra cumplirá con la normativa en materia de seguridad laboral mediante:

- Uso obligatorio de equipo de protección personal.
- Delimitación de áreas de trabajo.
- Señalización preventiva.
- Capacitación del personal.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Extintores portátiles.
- Programa de respuesta ante emergencias.

Durante su funcionamiento se realizarán actividades periódicas de:

- Limpieza general.
- Inspección de rampas y estructuras.
- Reparación de grietas menores.
- Repintado de elementos metálicos.
- Sustitución de piezas dañadas.
- Conservación de áreas verdes.
- Revisión del sistema de iluminación.
- Mantenimiento preventivo del mobiliario urbano.

Zona Zen

La Zona Zen será destinada al descanso, la contemplación y el bienestar físico y mental de los residentes y visitantes del desarrollo inmobiliario. Este espacio se integrará de manera armónica con el paisaje, privilegiando el uso de materiales naturales, vegetación nativa y elementos arquitectónicos de bajo impacto ambiental.

La Zona Zen comprenderá áreas de descanso, senderos peatonales, jardines, pérgolas, plataformas para yoga y meditación, bancas, elementos ornamentales de circulación cerrada (cuando el diseño lo contemple), iluminación ambiental y mobiliario urbano.

Las actividades iniciales comprenden:

- Levantamiento topográfico y trazo del área.
- Delimitación del sitio de construcción.
- Limpieza superficial del terreno, retirando únicamente vegetación herbácea y residuos.
- Conservación de la vegetación arbórea que resulte compatible con el diseño.
- Nivelación ligera del terreno.
- Instalación temporal de almacén de materiales y herramientas.
- Señalización del área de trabajo.

Debido a la naturaleza kárstica del terreno predominante en Dzemul, los movimientos de tierra serán mínimos e incluirán:

- Excavaciones superficiales para cimentaciones.
- Conformación de plataformas.
- Rellenos localizados con material pétreo compactado.
- Modelado del terreno para favorecer el drenaje natural.

Las estructuras ligeras, como pérgolas, bancas, plataformas y elementos ornamentales, se desplantarán mediante:

- Zapatas aisladas de concreto armado.
- Dados de cimentación.
- Losas de concreto en áreas específicas.

Las cimentaciones se ejecutarán conforme al diseño estructural, utilizando concreto y acero de refuerzo de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Los senderos peatonales podrán ejecutarse con alguno de los siguientes materiales:

- Adoquín permeable.
- Piedra natural de la región.
- Grava estabilizada.

Los andadores tendrán pendientes suaves que faciliten la accesibilidad y el desalojo de aguas pluviales.

Se construirán plataformas destinadas a actividades como yoga, meditación o contemplación, mediante:

- Firmes de concreto reforzado.
- Decks de madera tratada o materiales compuestos resistentes al ambiente costero.
- Acabados antiderrapantes.
- Pérgolas o cubiertas ligeras para proporcionar sombra.

Las áreas verdes se integrarán mediante:

- Preparación del terreno con tierra vegetal donde sea necesaria.
- Plantación de árboles nativos de sombra.
- Arbustos ornamentales no exóticos ni invasores.
- Cubresuelos resistentes a la sequía.
- Jardines con especies adaptadas al clima costero.

Se privilegiará el uso de vegetación de bajo consumo de agua y compatible con el ecosistema local.

Durante el establecimiento de la vegetación podrá instalarse un sistema de riego por goteo o microaspersión de bajo consumo, diseñado para optimizar el uso del agua y reducir pérdidas por evaporación.

La iluminación estará integrada por:

- Luminarias LED de bajo consumo.
- Balizas para senderos.
- Canalizaciones eléctricas subterráneas en tubería PVC.

La intensidad lumínica será moderada para conservar un ambiente tranquilo y minimizar la contaminación lumínica.

La Zona Zen contará con:

- Bancas de madera, concreto o materiales compuestos.
- Asientos de descanso.
- Contenedores para residuos.
- Señalización informativa.
- Pérgolas en caso de que el proyecto final las contemple.

Los acabados principales serán:

- Piedra natural de la región.
- Madera tratada para exteriores o materiales sintéticos equivalentes.
- Pinturas para exteriores.
- Recubrimientos anticorrosivos en estructuras metálicas.

Durante la construcción podrán utilizarse:

- Minicargador.
- Retroexcavadora.
- Compactador tipo placa vibratoria.
- Revolvedora de concreto.
- Cortadora de concreto.
- Herramientas manuales.
- Equipo de jardinería.

Durante la etapa de operación se realizarán actividades periódicas de:

- Limpieza general.
- Conservación y poda de áreas verdes.
- Reposición de vegetación cuando sea necesaria.
- Mantenimiento del sistema de riego.
- Revisión de luminarias.
- Limpieza de andadores.
- Mantenimiento preventivo del mobiliario y de las estructuras ligeras.

Área de ejercicio al aire libre y calistenia

Este espacio estará destinado a la práctica de actividad física mediante el uso de aparatos de ejercicio y estructuras para entrenamiento con peso corporal, promoviendo hábitos saludables, la recreación y la convivencia entre los usuarios.

El área estará integrada por estaciones de ejercicio, barras de calistenia, áreas de descanso, mobiliario urbano, iluminación y áreas verdes, procurando su integración con el entorno y minimizando los impactos ambientales.

Previo al inicio de la construcción se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Levantamiento topográfico y trazo del área.
- Delimitación y señalización del sitio de obra.
- Limpieza superficial del terreno, retirando vegetación herbácea y residuos existentes.
- Conservación de la vegetación arbórea compatible con el proyecto.
- Nivelación ligera del terreno.
- Instalación temporal de almacén para materiales, herramientas y equipo.

Considerando las características geológicas de la región, los movimientos de tierra serán limitados e incluirán:

- Excavaciones superficiales para cimentaciones.
- Conformación y nivelación del terreno.

- Rellenos localizados con material pétreo compactado.
- Compactación de la subrasante para garantizar la estabilidad de las superficies.

Las pendientes del terreno se diseñarán para favorecer el escurrimiento e infiltración natural del agua pluvial.

Los equipos de ejercicio y las estructuras de calistenia se desplantarán mediante cimentaciones superficiales, consistentes en:

- Zapatas aisladas de concreto armado.
- Dados de concreto para anclaje de postes y estructuras.
- Firmes de concreto reforzado en áreas específicas.

Se instalarán equipos diseñados para uso en exteriores, fabricados con materiales resistentes a la corrosión y al ambiente marino, entre éstos:

- Barras horizontales de diferentes alturas.
- Barras paralelas.
- Barras para dominadas.
- Escaleras horizontales (monkey bars).
- Barras de suspensión.
- Bancos para abdominales.
- Aparatos de movilidad y fortalecimiento muscular.
- Estaciones multifuncionales de calistenia.

Las estructuras estarán fabricadas principalmente con acero galvanizado o acero estructural protegido mediante pintura electrostática de alta resistencia.

Las superficies del área podrán construirse mediante:

- Concreto hidráulico con acabado antiderrapante.
- Pavimento permeable.
- Losetas amortiguantes de caucho reciclado.
- Piso continuo de caucho vaciado en sitio.
- Grava estabilizada en áreas de transición.

Las zonas de ejercicio contarán con superficies que reduzcan el riesgo de lesiones por caídas y faciliten el mantenimiento.

La iluminación del área incluirá:

- Luminarias LED de alta eficiencia energética.
- Balizas para senderos peatonales.
- Canalizaciones eléctricas subterráneas en tubería PVC.
- Registros eléctricos.
- Sistema de puesta a tierra.

La iluminación se diseñará para brindar seguridad durante horarios nocturnos con bajo consumo energético y reducida contaminación lumínica.

Se instalarán elementos complementarios tales como:

- Bancas.
- Contenedores para residuos.
- Bicicleteros.
- Señalización informativa sobre el uso adecuado de los equipos.
- Señalización preventiva y de seguridad.

Todos los elementos estarán fabricados con materiales resistentes a la humedad, radiación solar y ambiente salino.

Los acabados principales comprenderán:

- Concreto aparente sellado.
- Pintura electrostática en estructuras metálicas.
- Recubrimientos anticorrosivos.
- Acabados antiderrapantes en superficies peatonales.
- Selladores para concreto expuesto.

Durante la ejecución de la obra podrán emplearse:

- Retroexcavadora.
- Minicargador.
- Compactador tipo placa vibratoria.
- Revolvedora de concreto.
- Vibrador para concreto.
- Equipo de soldadura.
- Herramientas manuales.
- Equipo menor para jardinería.

Durante la etapa de operación se realizarán actividades periódicas consistentes en:

- Limpieza general del área.
- Inspección estructural de los equipos de ejercicio.
- Ajuste y sustitución de tornillería o componentes desgastados.
- Reaplicación de recubrimientos anticorrosivos cuando sea necesario.
- Conservación y poda de las áreas verdes.
- Revisión del sistema de iluminación.
- Mantenimiento preventivo del mobiliario urbano.
- Reparación o sustitución de superficies amortiguantes deterioradas.

Cancha de fútbol

La cancha podrá contar con superficie de pasto natural o pasto sintético, dependiendo del diseño ejecutivo del proyecto, e incluirá porterías, cercado perimetral, andadores de acceso, iluminación, mobiliario urbano y áreas verdes.

Las actividades iniciales comprenderán:

- Levantamiento topográfico y trazo del área.
- Delimitación del sitio de construcción.

- Limpieza superficial del terreno, retirando vegetación herbácea y residuos.
- Conservación de la vegetación arbórea compatible con el diseño.
- Nivelación y conformación del terreno.
- Instalación temporal de almacén de materiales y equipo.
- Señalización preventiva del área de trabajo.

Los trabajos de preparación del terreno incluirán:

- Corte y nivelación superficial.
- Excavaciones para cimentaciones y elementos estructurales.
- Formación de la plataforma de desplante.
- Rellenos localizados con material pétreo compactado.
- Compactación de la subrasante hasta alcanzar la capacidad de soporte requerida.

Se establecerán pendientes suaves que permitan el adecuado desalojo e infiltración del agua de lluvia.

Las porterías, cercado perimetral, luminarias y demás estructuras se desplantarán mediante:

- Zapatas aisladas de concreto armado.
- Dados de concreto para anclaje de postes.
- Cimentaciones superficiales de acuerdo con el diseño estructural.

El concreto y el acero de refuerzo cumplirán con las especificaciones establecidas en el proyecto ejecutivo y la normativa aplicable.

Dependiendo del proyecto ejecutivo, la superficie de juego podrá construirse mediante una de las siguientes alternativas:

Pasto natural

- Conformación de subrasante.
- Base de material pétreo compactado.
- Capa de tierra vegetal.
- Sistema de nivelación y drenaje.
- Colocación de césped adaptado al clima de la región.

Pasto sintético

- Compactación de la plataforma.
- Base hidráulica de material pétreo.
- Colocación de geotextil, cuando el diseño lo requiera.
- Instalación de carpeta de pasto sintético.
- Relleno con arena sílica y caucho granulado, conforme a las especificaciones del fabricante.

En ambos casos se garantizará una superficie uniforme, segura y adecuada para actividades recreativas.

El sistema de drenaje aprovechará la alta permeabilidad del subsuelo calizo mediante:

- Pendientes superficiales de la cancha.
- Pozos de absorción, cuando sean necesarios.
- Zanjas filtrantes o drenes perimetrales.
- Áreas verdes infiltrantes.

Estas obras permitirán evitar encharcamientos y facilitar la infiltración del agua pluvial.

La cancha contará con cercado perimetral para delimitar el área de juego y brindar seguridad a los usuarios. El sistema podrá estar integrado por:

- Postes metálicos galvanizados.
- Malla ciclónica galvanizada o plastificada.
- Tensores y accesorios anticorrosivos.
- Puertas de acceso peatonal.

La altura del cercado será definida en el proyecto ejecutivo de acuerdo con el uso previsto.

Cuando el proyecto contemple uso nocturno, se instalará un sistema compuesto por:

- Postes metálicos galvanizados.
- Luminarias LED de alta eficiencia.
- Canalizaciones eléctricas subterráneas.
- Registros eléctricos.
- Sistema de puesta a tierra.

La iluminación se diseñará para proporcionar niveles adecuados de visibilidad con bajo consumo energético y reducida contaminación lumínica.

El área podrá incorporar:
- Bancas.
- Contenedores para residuos.
- Bicicleteros.
- Señalización informativa.
- Señalización preventiva y reglamento de uso.

Los materiales empleados serán resistentes a la humedad, radiación solar y ambiente salino.

Los principales acabados comprenderán:

- Concreto aparente sellado.
- Pintura electrostática en elementos metálicos.
- Recubrimientos anticorrosivos.
- Pintura para demarcación de la cancha, en caso de superficie rígida.
- Selladores protectores para concreto expuesto.

Durante la construcción podrán utilizarse:

- Retroexcavadora.
- Minicargador.

- Compactador tipo placa vibratoria.
- Rodillo compactador ligero.
- Revolvedora de concreto.
- Vibrador para concreto.
- Equipo de soldadura.
- Herramientas manuales.
- Equipo menor para jardinería.

Durante la etapa de operación se realizarán actividades periódicas de:

- Limpieza de la superficie de juego.
- Corte, fertilización y riego del césped, en caso de pasto natural.
- Cepillado, redistribución del relleno y limpieza del pasto sintético, cuando corresponda.
- Revisión y mantenimiento de porterías, cercado e iluminación.
- Conservación de áreas verdes.
- Reposición de señalización y mobiliario urbano cuando sea necesario.

♦ **Arreglo paisajístico**

En las áreas de conservación y áreas verdes ajardinadas se dejará la cobertura vegetal actual y se enriquecerán estas superficies mediante la reforestación, con la finalidad de preservar en la medida de lo posible el aspecto la vegetación propia de la zona. Las especies a plantar deberán provendrán de las actividades de rescate u obtenidas de viveros las cuales serán nativas de la región y/o presentar relevancia ecológica, como estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La construcción será predominantemente con materiales naturales de la región.

I.6.2.3. Etapa de operación y mantenimiento

A) Operación

Esta etapa dará inicio cuando el predio inicie con sus acciones de lotificación y urbanización, consistiendo básicamente en las ventas de los lotes (vendibles) y se estima una vida útil mínima de 50 años para las obras desarrolladas y con el mantenimiento correspondiente. Cabe destacarse que los mantenimientos prolongarán la vida útil de las instalaciones por lo que estas podrán ser operadas de manera indefinida.

En cuanto a los residuos sólidos, éstos consistirán principalmente en los de tipo doméstico, derivados de los alimentos, los bienes y servicios que adquieran los propietarios de los lotes que se construyan en su momento. Todos estos residuos se almacenarán temporalmente en los sitios de disposición temporal del proyecto y colectados por el servicio de recolección que será prestado el Ayuntamiento en coordinación con el operador del presente proyecto.

Dado que se trata de un desarrollo inmobiliario mixto, los usos ya definidos como las Villas-Hotel y los dos espacios para multifamiliares; así como todos los que se conformen en los demás lotes en su momento serán sometidos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con sus particularidades.

Vialidades

La avenida central de acceso funcionará como vialidad primaria de entrada y salida hacia la carretera Dzemul-Xtampú y para distribuir el flujo vehicular para las avenidas secundarias hacia el norte y el sur del desarrollo. A partir de estas avenidas se distribuye el flujo hacia las calles de colonia o vialidades terciarias.

A partir de las avenidas secundarias y calles (terciarias), se tendrá acceso a las lotes o áreas vendibles.

El drenaje pluvial adecuado evitará encharcamientos que afecten la superficie rodamiento. Los pasos de agua evitarán también posibles interrupciones del drenaje superficial de agua pluvial en las secciones del terreno que lo ameriten, debido a que las terracerías conformadas tendrán 60 cm de altura respecto al nivel del suelo.

Casa Club

Los servicios disponibles de la casa club aportarán a satisfacer necesidades comerciales y de servicios, inclusive de entretenimiento, para los usuarios del desarrollo con giros tales como restaurantes, salón de eventos, salón VIP, sports bar, ludoteca, teens club, área de co-work, gimnasio, salón de usos múltiples, faro-mirador, cigar room y cava room.

El andén de carga funcionará para los insumos de restaurantes, bares y comercios de la casa club y el estacionamiento para 60 autos estará disponible para los usuarios.

Respecto a la oferta de comercio, bienes y servicios, dado que el desarrollo considera lotes de uso mixto, a futuro se prevé la conformación de otros sitios de este interés en la poligonal.

Laguna artificial (Crystal Lagoon)

La laguna artificial (Crystal Lagoon) integra experiencia de playa, e incluirá un muelle y cabañas VIP. Se habilitará también un estacionamiento para scooters tipo golf.

Esta laguna artificial tiene menores requerimientos de costo por reemplazo de equipos, mínimo consumo de energía y costo de mantenimiento, sin requerir cuarto de máquinas ni sistema de filtración centralizado.

Para el mantenimiento, la arena sílica será obtenida de empresas comerciales establecidas en la región.

La tecnología Eco-Heated Lagoons by Crystal Lagoons™ permite regular la temperatura de 27°C, así como una experiencia de playa termal con aguas que alcanzan los 37°C, permitiendo el uso durante todo el año, tanto de día como de noche sin usar energía.

El agua que resulte de los cambios de este sistema, será colectada para su uso como riego de las áreas verdes.

En esta laguna artificial, según necesidades, podrían desarrollarse actividades recreativas acuáticas, así como eventos de diverso tipo como si se tratara de una playa, con los riesgos mínimos.

Se contará en esta área con camastros, sombrillas y algunas palapas para disfrute de los usuarios.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Las aguas residuales generadas durante la habitación de los lotes y operación de las amenidades y de las áreas recreativas que se conformen en el predio, serán tratadas mediante sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 con registro clorador (tratamiento terciario) y posteriormente enviadas (las aguas tratadas) a la PTAR del complejo. Posterior a este tratamiento completo (PTAR), las aguas residuales tratadas se enviarán a pozo de absorción.

Se recalca que, aunque el proyecto prevé la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), cada lote (vendible) contará con un sistema SITAR DLD14 con registro clorador adicionado para tratamiento terciario. Este efluente será conducido posteriormente a la PTAR que contará con pozo de absorción del agua tratada resultante.

Las aguas tratadas serán sujetas a análisis de calidad conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021 y cumplirán con los límites máximos permitidos.

Tanto el sistema de aprovechamiento de agua como la descarga contarán con el título de concesión y permiso de descarga correspondientes.

Tratamiento de Pulsos de Desinfección (Menos Químicos): El sistema de pulsos controlados de aditivos consta de sensores ubicados estratégicamente que monitorean la calidad del agua en tiempo real. El sistema inyecta micropulsos de agentes desinfectantes solo en los puntos específicos y momentos exactos donde se requieren.

Filtración Ultrasónica de Bajo Costo (Menos Energía): La tecnología no filtra todo el volumen de agua. En su lugar, aplica ondas ultrasónicas que hacen que las partículas de suciedad se aglomeren en el fondo de la laguna. Un sistema de succión móvil recorre el fondo recolectando estas partículas aglomeradas. Solo el agua succionada por este dispositivo pasa por un sistema de filtración pequeño y eficiente.

Control Telemétrico y Monitoreo Remoto: Todo el proceso es supervisado 24/7 desde la sede de Crystal Lagoons a través de una plataforma telemétrica en la nube. Los datos de los sensores se envían constantemente a la central, donde se monitorean los parámetros físico-químicos. El sistema ajusta automáticamente los pulsos de desinfección y los ciclos de filtración sin intervención humana directa en el proyecto.

Disponibilidad de agua: Se opera en circuito cerrado y se consume un 30% menos agua que un campo de golf convencional, se necesita una fuente inicial de llenado. Puede ser agua dulce de pozo, agua salobre, agua de mar o incluso recolectar agua pluvial.

Área de disposición temporal de residuos (ATR)

En el almacén temporal de residuos (ATR) se resguardarán temporalmente los RSU y RME generados, previo a su envío a disposición final. El servicio interno de recolección del desarrollo, dado que se trata de un proyecto de índole privado, recibe los residuos de cada lote y los traslada al ATR donde permanece hasta su envío a disposición final fuera del polígono hacia un sitio autorizado.

Al estar delimitado físicamente, con techo y piso impermeable, se evitará la dispersión de los residuos por aire o arrastre pluvial, así como por intromisión de fauna silvestre presente.

Se realizará la segregación de los residuos según su tipo, para su resguardo temporal en contenedores separados e identificados para su valorización (segregación primaria y secundaria). Los residuos aprovechables (reciclables) serán enviados con terceros especializados y los desechos enviados al relleno sanitario regional correspondiente (Motul o Dzemul).

La generación de los residuos y su ingreso al almacén temporal serán controlados mediante la bitácora correspondiente.

Se controlarán adecuadamente todos los residuos generados, de modo que se evite la dispersión, su mezcla inadecuada y la proliferación de fauna nociva.

Áreas de Conservación y Áreas Verdes Ajardinadas

Tanto el polígono de conservación como las áreas verdes ajardinadas se conformarán como zonas de enriquecimiento vegetal, adicionando a la vegetación nativa presente, especies también nativas de importancia regional pero que aporten como hábitats para la fauna y sitios de refugio y alimentación.

Se usará como bioparque toda la superficie con vegetación nativa y suelo natural, que se enriquecerá con elementos vegetales nativos y/o propios de la región y ecosistema. Se conformarán senderos interpretativos de la vida silvestre presente y para apreciación de la naturaleza por parte de los usuarios. Podrán realizarse caminatas por estas áreas naturales en los senderos interpretativos/recreativos.

Las especies nativas y/o de relevancia ecológica a plantar para el enriquecimiento vegetal provendrán de viveros de la región.

Sistema de captación de lluvia

El agua de los bajantes de techos en el área de la casa club se conducirá a través de una tubería hasta llegar al filtro de hojas, donde una malla metálica separa hojas, cabello, tierra y otros elementos que puede contener la lluvia. Enseguida pasa al separador de primeras lluvias, este evita que residuos y contaminantes pasen al tanque de almacenamiento.

Esta agua será utilizada para riego de áreas verdes ajardinadas.

Amenidades

Las áreas verdes ajardinadas, en la práctica, se conformará como un bioparque, ya que funcionará como área de educación ambiental, con señalética educativa sobre la flora y fauna local además de senderos para caminar.

Entre las amenidades, que estarán distribuidos por todo el desarrollo, se cuenta con espacios deportivos tales como las canchas de pádel, las canchas de pickleball, la cancha de futbol de arena, canchas de futpong, cancha de volleyball de playa, cancha de fútbol y el área de ejercicio al aire libre y calistenia.

También se cuenta con espacios de esparcimiento como un parque infantil adyacente a la casa club y a la laguna artificial; un área de asadores y picnic con baños; un parque extremo, las dos áreas de descanso y la zona zen. Asimismo, se contará con un espacio comercial específico (Pro-Shop de pádel).

En las áreas de parque infantil, cancha de futbol de arena y cancha de volleyball de playa se requerirá arena en su conformación y para su mantenimiento. Tal como es el caso de la laguna artificial, se prevé el uso de arena sílica obtenida a partir de casas comerciales establecidas formales en la región.

En el caso de la cancha de futbol, tanto la tierra como el césped especializado provendrán de empresas especializadas que funcionan en la región. De modo que serán evidenciables las adquisiciones correspondientes.

Dotación de servicios

La infraestructura de distribución de energía eléctrica de baja tensión al interior del desarrollo y las redes de distribución de agua potable y del drenaje sanitario hacia la PTAR, así como el alumbrado público (postes de luminarias) funcionarán bajo cuidado y administración del operador del desarrollo al tratarse de un proyecto de régimen privado.

La electricidad provendrá y será retribuida a la CFE. Se prevé la instalación y operación de páneles solares en la casa club para generación interna y aporte de al menos el 10% del requerimiento eléctrico del desarrollo.

Es el caso también de la señalética restrictiva, informativa y preventiva vertical, pasos peatonales y reductores de velocidad, pasos de fauna, entre otros elementos de las vialidades internas.

B) Mantenimiento

Generalidades

Las actividades de desmonte y despalme, construcciones, electrificación, etc., utilizarán maquinaria que estará controlada por el siguiente programa de mantenimiento: la maquinaria pesada, minicargadores y camiones de volteo tienen un mantenimiento preventivo cada tres meses. Se llevarán bitácoras para el buen manejo de las maquinarias.

Los baños portátiles o letrinas se limpian y descargan a diario al terminar la jornada de trabajo de los albañiles, esto estará a cargo de la empresa arrendadora.

En la operación del proyecto, las líneas de abastecimiento y distribución de energía eléctrica estarán a cargo de la Comisión Federal de Electricidad o bien del operador al interior del polígono, según acuerdo con la CFE.

Por las condiciones geográficas y climáticas de la región, los eventos de mayor relevancia en este sentido son los relacionados con los huracanes. En este caso, el Ayuntamiento opera el Sistema Municipal de Protección Civil, que se encuentra vinculado al Sistemas de Protección Civil Estatal y en su conjunto cuentan con los programas requeridos para prestar atención a la sociedad en casos de contingencia o de emergencia por eventualidades como son la presencia de huracanes, tormentas tropicales, nortes e incendios forestales.

Los servicios al interior del polígono del proyecto, tales como el alumbrado, bacheo de terracería, mantenimiento de áreas verdes, etc., correrá a cargo del promovente o del administrador en la etapa de operación del proyecto.

El mantenimiento consiste revisión general del estado de la sala de usos múltiples, oficinas, baños, mantenimiento de los senderos, etc. Mientras para el caso de la electricidad y distribución de agua potable el mantenimiento será principalmente en la reposición de luminarias, compostura en la rotura de tuberías y en general, pequeñas fallas diversas, fugas, etc. Para el caso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (biodigestor) el mantenimiento se realizará tal como se encuentra especificado en los manuales técnicos del proveedor del sistema SITAR DLD14, así como para el drenaje y la PTAR.

Vialidades

Las calles internas serán objeto de mantenimiento por parte del operador del desarrollo al tratarse de un proyecto de tipo privado. La reparación de la superficie de rodamiento, del drenaje pluvial y pasos de agua son los elementos más característicos de estas acciones. Todos los insumos provendrán de casas comerciales establecidas en la región, incluyendo el caso de material pétreo de banco, sin que se prevean presiones extraordinarias o que se cause escases de los insumos que son comunes de construcción.

Se incluye la señalética y el alumbrado público de las vialidades, así como las banquetas. Todo esto por parte del operador del desarrollo, contratando prestadores de servicios específicos de construcción en la región.

Casa Club

Para el mantenimiento de todos los elementos de la casa club, la obra civil requerirá insumos típicos de construcción y servicios particulares de albañilería, plomería, electricidad, carpintería, etc., que pueden provenir de trabajadores de la región. Asimismo, la operación de los comercios y servicios establecidos en el sitio requieren del abasto de insumos, incluyendo equipos eléctricos-electrodomésticos, para restaurantes y bares, entre otros.

En su caso, el estacionamiento para los usuarios de la casa club aplicará acciones de mantenimiento semejantes a las que ocurrirán en las vialidades del proyecto.

Laguna artificial (Crystal Lagoon)

En su caso, la madera que se necesitaría para mantenimiento del muelle y los elementos necesarios de las cabañas, provendrán de aserraderos y carpinterías de la región. Se contará con evidencia documental de su adquisición.

En los casos necesarios, se reemplazarán los equipos o maquinarias del lago artificial, y en la mayor parte de los casos, el requerimiento será de revisión preventiva y trabajos correctivos por parte de prestadores de servicio especializados.

Para el mantenimiento, la arena sílica será obtenida de empresas comerciales establecidas en la región.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Los sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 con registro clorador (tratamiento terciario) en cada lote serán objeto de mantenimiento bianual por parte de cada propietario, contratando empresas especializadas para el desazolve y disposición final de lodos.

La PTAR del complejo será objeto de mantenimiento preventivo con diversas acciones diarias, semanales, mensuales, bimestrales, semestrales y anuales. Se contará con operación especializada de esta planta y su registro documental correspondiente.

Las aguas residuales tratadas serán sujetas a análisis de calidad por parte de laboratorio acreditado, debiendo mantenerse dentro de los límites máximos permisibles. Asimismo, el pozo de absorción será objeto de revisión y mantenimiento periódico, lo cual incluye el sistema de medición y monitoreo de volúmenes y calidad del agua.

El drenaje sanitario contará con programa de supervisión y mantenimiento también.

Tanto el sistema de aprovechamiento de agua como la descarga contarán con el título de concesión y permiso de descarga correspondientes.

Área de disposición temporal de residuos (ATR)

Todos los elementos estructurales del ATR, tales como el techo y piso, delimitación física y cualquier otro, serán supervisados en cuanto a su buen estado y objeto del mantenimiento necesario.

Áreas de Conservación y Áreas Verdes Ajardinadas

Las áreas de conservación y las áreas verdes ajardinadas serán mantenidas en su condición natural y permeable. El enriquecimiento o reforestación se realizará con

seguimientos semestrales que verifiquen el estatus de las especies plantadas y en caso necesario, la sustitución de los individuos que no sobrevivan y también como consecuencia del plan de paisajismo y conformación de hábitats previsto por el proyecto.

Amenidades

Los espacios deportivos (las canchas), parque infantil, el parque extremo, etc. serán mantenidos en sus elementos estructurales y equipamiento mediante la provisión de casas comerciales especializadas de la región. En las áreas de parque infantil, cancha de futbol de arena y cancha de volleyball de playa se requerirá arena en su conformación y para su mantenimiento. Tal como es el caso de la laguna artificial, se prevé el uso de arena sílica obtenida a partir de casas comerciales establecidas formales en la región.

En el caso de la cancha de futbol, tanto la tierra como el césped especializado provendrán de empresas especializadas que funcionan en la región. De modo que serán evidenciables las adquisiciones correspondientes.

Servicios públicos

La infraestructura de distribución de energía eléctrica de baja tensión al interior del desarrollo y las redes de distribución de agua potable y del drenaje sanitario hacia la PTAR, así como el alumbrado público (postes de luminarias) funcionarán bajo cuidado y administración del operador del desarrollo al tratarse de un proyecto de régimen privado; bajo los lineamientos establecidos aplicables de cada organismo operador.

Es el caso también de la señalética restrictiva, informativa y preventiva vertical, pasos peatonales y reductores de velocidad, pasos de fauna, entre otros elementos de las vialidades internas.

I.6.3. Otros insumos

I.6.3.1. Sustancias no peligrosas

Se utilizará agua purificada para los trabajadores, en garrafones de 20 litros, a razón de 1-2 garrafones por día.

I.6.3.2. Sustancias peligrosas

Las sustancias peligrosas que se emplearán serán principalmente las relacionadas con la maquinaria para su operación: diesel y gasolina. No se prevé el abastecimiento importante de combustibles en el predio del proyecto. Sin embargo, en caso de ocurrir, será solo en bidones para uso diario y que se resguardarán en el almacén temporal de construcción y contará con las medidas de prevención y atención a contingencias tales como extintor y medios de contención de derrames.

I.7. Descripción de las obras asociadas al proyecto

Para la implementación del proyecto no se requieren de obras asociadas. La vialidad de acceso es la carretera estatal Dzemul-Xtampú, inmediatamente colindante con el predio. La interconexión eléctrica para el abastecimiento de energía a partir de la L.D. existente de la CFE a pie de carretera, ocurrirá dentro del derecho de vía actual y dentro del terreno; esta obra se encuentra prevista.

I.8. Etapa de abandono del sitio

No se prevé el abandono del sitio. El abandono únicamente ocurrirá en caso de no obtener el éxito económico planeado. Si esto ocurre, se retirarán los residuos generados, materiales excedentes; se realizará la limpieza general de desechos sólidos, retiro de maquinaria y materiales e insumos en el almacén temporal, ejecutándose la limpieza general del predio y se reforestarán las áreas naturales afectadas. Las actividades que se ejecuten en este sentido, tenderán a mantener o mejorar la calidad sanitaria del ambiente local.

No obstante, el proyecto se prevé como de uso de temporalidad indeterminada, dado que no se prevé un abandono.

I.9. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Al predio del proyecto se puede acceder por la carretera Dzemul -Xtampú, a la altura del Km. 10.01 de esta vialidad en dirección norte, encontrándose el terreno de interés inmediatamente adyacente a esta vialidad. Se localiza a unos 4.5 km al norte de la actual mancha urbana de la localidad de Dzemul.

En dicha zona no se detectan cuerpos de agua superficiales importantes. Incluso en el área del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales como cenotes o lagunas, no obstante que el terreno presenta cavidades e irregularidades de acuerdo con el estudio e imágenes LIDAR (ver anexos técnicos). En la zona se realiza la extracción del agua subterránea para el abastecimiento agropecuario mediante pozos rústicos. Incluso, debido a que en el predio funcionó previamente un rancho, es posible la ocurrencia de pozo de aprovechamiento de agua para riego y ganado.

Fuera del polígono del proyecto aproximadamente entre 4 y 6.5 km de distancia al predio, se localizan algunos cenotes o afloramientos de agua, sin que éstos sean afectados por las obras e infraestructura previstas. Estos cuerpos de agua artificiales se encuentran fuera del área de afectación por las obras del proyecto.

El cuerpo de agua relevante más cercana se localiza cerca de la costa, siendo una porción de la Laguna Rosada, a 6.7 km hacia el norte, misma que no se verá afectada por la implementación del proyecto.

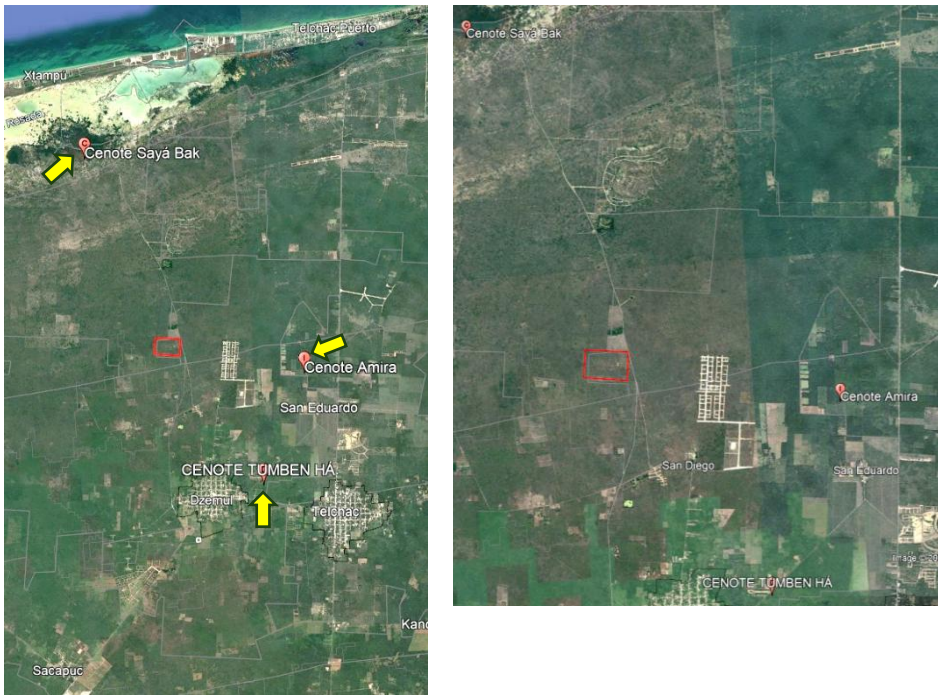

Figura I.15. Cenotes o cuerpos de agua identificados en la zona general del proyecto. Fuera del polígono del proyecto.

Las aguas residuales producto de las descargas de aguas negras y grises que en un futuro puedan generarse serán tratadas a través de sistemas de tratamiento tipo SITAR DLD14 y posteriormente a la PTAR del desarrollo.

El sitio específico donde se pretende llevar a cabo el proyecto cuenta con afectación previa debido al uso agropecuario, ya que el sitio fue un rancho. Este uso histórico agropecuario ha dado como resultado que se cuente con vegetación secundaria derivada de selva caducifolia.

Al sur del polígono del proyecto, aproximadamente a 4.5 km se encuentra la mancha urbana de Dzemul.

En todas las colindancias del predio donde se establecerá el proyecto se encuentran terrenos rústicos y afectados por uso agropecuario. En la colindancia Este inmediata se encuentra la carretera Dzemul-Xtampú.

Todo esto inmerso en una matriz de vegetación de selva baja caducifolia en distintos estados de perturbación y recuperación.

I.9.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se localiza aproximadamente a 4.5 km de distancia respecto de la cabecera municipal de Dzemul y a poco más de 46 km de la ciudad de Mérida. Las localidades de importancia más próximas son Dzemul, Telchac Pueblo, Telchac Puerto y Motul, en un rango de 17 km. Estas localidades serían las proveedoras o fuentes de servicios para el proyecto, según las especialidades requeridas por las obras y su operación posterior.



Figura I.16. Afectaciones del predio dado el uso agropecuario previo.

En los alrededores del predio del proyecto se observan predominantemente predios rústicos, terrenos en plena actividad agropecuaria y desarrollos inmobiliarios diversos.

Las tierras que se usarán para el proyecto fueron zonas de uso agropecuario (rancho). El uso actual del predio comprende una vegetación de crecimiento secundario derivado de selva baja subcaducifolia distribuida en parches de distintos grados de desarrollo.

El área cuenta con energía eléctrica disponible a pie de carretera. En la región se cuenta con todo tipo de servicios para la alimentación, suministro de combustibles, clínica del IMSS, recolección externa de residuos municipales y el propio desarrollo contará con sistema interno de recolección y disposición final en colaboración/convenio con el municipio de Dzemul.

El proyecto se desarrollará en una zona rural. La zona actualmente cuenta con el servicio eléctrico y de internet disponibles. Existe la factibilidad de extender los servicios públicos y privados necesarios para el proyecto, tanto desde la localidad de Dzemul como a partir de toda la zona metropolitana, según su tipo.

Debido a su colindancia con la carretera, la vialidad existente se considera apta para soportar la carga vehicular actual de la zona durante la construcción del proyecto y su operación futura. No se proyecta la habilitación de accesos adicionales.

En la zona se cuenta con al menos seis gasolineras (estaciones de servicio) cercanas: dos en la localidad de Telchac Pueblo (PEMEX), así como en las localidades de Telchac Puerto (PEMEX), Motul (La Gas) y Baca (PEMEX y Megasur). Además de la infraestructura de abasto existente en la zona metropolitana de Mérida.

En las localidades de Dzemul, Telchac Puerto y Motul se encuentran servicios del IMSS e IMSS Bienestar, así como hospitales y servicios de atención médica privados, particularmente en esta última localidad. Además de la amplia gama de servicios de salud existentes en la zona metropolitana de la ciudad de Mérida.

Asimismo, se tiene infraestructura de tiendas de abarrotes de diversos tamaños y minisúper dispersos en las localidades, además de mercados municipales.

Actualmente, para la disposición de residuos sólidos urbanos, se cuenta con infraestructura adecuada en la localidad de Motul, donde opera un Sitio de Disposición Final tipo “C”, siendo este el sitio más viable para disposición de los residuos. En la localidad de Dzemul se cuenta solo con un basurero municipal sin clasificación en términos de la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003.

Para la etapa de operación del desarrollo se requerirá implementar la red interna de agua potable, tanto para cada lote como para la casa club y amenidades en donde se requiere con tinaco para almacenamiento de agua que será obtenida de un proveedor especializado y con fuentes autorizadas en primera instancia y mediante pozo de aprovechamiento en operación plena.

La recolección de basura será a través de medios propios en coordinación con el Ayuntamiento de Dzemul. Los servicios privados como el telefónico y el transporte público se habilitarán posteriormente para su extensión al proyecto. Actualmente, existe el servicio de transporte público desde la localidad de Dzemul hasta el sitio.

La vialidad existente en el área de influencia (carretera estatal) es suficiente para soportar la carga vehicular adicional debida a la habitación del desarrollo cuando entre en operación. El proyecto considera una infraestructura vial interna y el acceso eficientes. No se prevé el desabasto de los servicios públicos en la zona debido a la implementación del proyecto.

La electricidad en la zona se obtiene a partir de la línea de distribución de la CFE existente a pie de carretera y a pie del predio. La toma de electricidad para el proyecto ocurrirá a partir de la infraestructura existente. Actualmente, dado el uso previo del terreno como rancho, existe una línea de conducción interna que solo llega a la construcción del antiguo rancho, de aproximadamente 120 m desde la carretera hasta dicha construcción.

No se cuenta en el área con plantas públicas para el tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales generadas durante la habitación de los lotes y operación de las amenidades y de las áreas recreativas que se conformen en el predio, serán tratadas mediante sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 y posteriormente enviadas (las aguas tratadas) a la PTAR del desarrollo, que después de dicho tratamiento, se enviará a pozo de absorción (previo tratamiento terciario de cloración).

Se prevé que la recolección de basura disponga los residuos en el sitio de disposición final autorizado de la región.

Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de la zona metropolitana de la ciudad de Mérida, con la frecuencia necesaria de acuerdo con los volúmenes de residuos peligrosos generados.

- Descripción de los servicios requeridos

Para llevar a cabo el proyecto se requerirá de personal diverso para el desarrollo de las distintas actividades. Se requerirá, entre otros, un ingeniero supervisor, operadores de maquinaria, albañiles, cabos y vigilante, etc.

Tabla I.13. Personal requerido por etapa del proyecto (aproximado).

ETAPA	PERSONAL	CANTIDAD
Preparación y Construcción (desmonte y despalme de calles internas y banquetas; terracería compactada; identificación de lotes; drenaje pluvial, señalización vial y red eléctrica; amenidades y áreas recreativas).	Tractorista	3
	Otra maquinaria	4
	Ingenieros civiles	2
	Auxiliar de maquinaria	4
	Compactadores	5
	Pintores	4
	Eléctricos	2
	Ayudantes generales	10
	Albañiles	4
Operación	Velador	1
	Vendedor	3
	Mantenimiento de infraestructura	5
Total		**47**

Se contempla contratar los servicios de los pobladores de los municipios cercanos, por lo cual no se contempla que el flujo del personal ocasione migraciones durante las actividades de la obra, además se contempla darles transporte para trasladarlos al centro de la localidad de Dzemul.

- **Insumos**

Para el desmonte y despalme no se requerirá de agua ni electricidad. Los turnos laborales ocuparán la luz del día. La construcción de las calles blancas internas requerirá de agua para compactación, misma que se obtendrá mediante pipas de proveedores autorizados y tomas legales; y en su caso, de energía eléctrica que se obtendría a partir de generadores eléctricos portátiles. En estas etapas, se requerirá del uso de combustibles y aceites para la maquinaria y vehículos a utilizar.

El agua necesaria para compactación de vialidades será obtenida mediante la compra en pipas. Los insumos tipo cemento, polvo de piedra, grava, blocks de concreto, etc., que se requieran se obtendrán de las casas comerciales existentes establecidas en la región.

La acometida eléctrica cumplirá con todos los requerimientos y directrices de la CFE; asimismo, la red de distribución interna. Los insumos eléctricos especializados se obtendrán de casas comerciales existentes establecidas en la región. Es el caso también del alumbrado público que se instale.

La maquinaria pesada que se requiera para todas las actividades se obtendrá a partir de la renta de proveedores especializados de la región y de medios propios del promovente.

Las pinturas, letreros, elementos metálicos, etc. para la señalización de vialidades se obtendrán también de proveedores especializados de la región. Para el caso del drenaje pluvial, los trabajos de zanjadoras, retroexcavadoras y/o perforadoras requerirá de combustibles adquiridos en las estaciones de servicio de la zona, trasladados al predio y abastecidos en sitio para consumo diario según requerimientos.

En su caso, el concreto, rejillas y demás elementos estructurales para los pozos pluviales se obtendrán mediante proveedores especializados de la región. Dada la naturaleza de la obra y la oferta de los insumos necesarios en la región, se prevé que no se provocará desabasto de ningún recurso en la zona a causa de la implementación del proyecto.

Los insumos y servicios requeridos para la construcción provendrán de fabricantes, proveedores o distribuidores locales de servicios y productos específicos. No se prevé desabasto de los mismos en la zona.

Durante la construcción se podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. Por lo cual, en caso de que llegarán a generarse este tipo de residuos por alguna falla de la maquinaria, la empresa arrendadora de está será responsable de su manejo y disposición. En caso que se generen por actividades en la obra durante la construcción (acabados de las instalaciones: pinturas) se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de la ciudad de Mérida, con la frecuencia necesaria de acuerdo con los volúmenes de residuos peligrosos generados.

En general los materiales requeridos son insumos típicos de la construcción, los cuales en términos generales serán: madera, tornillos y clavos, bloques y material de banco, concreto, pinturas, entre otros. Cuando se trate de la implementación de infraestructura eléctrica, se utilizarán postes, tuberías y cableado de aluminio. Los insumos tipo cemento, polvo de piedra, grava, blocks de concreto, etc., que se requieran se obtendrán de las casas comerciales existentes establecidas en la región.

Dada la naturaleza de la obra y la oferta de los insumos necesarios en la región, se prevé que no se provocará desabasto de ningún recurso en la zona a causa de la implementación del proyecto. En el caso correspondiente, la madera y materiales pétreos (agregados) serán obtenidos a partir de proveedores autorizados establecidos en la región.

Recursos naturales

Se requerirá madera, piedra y material pétreo, entre otros, para la construcción de vialidades y obra civil prevista para la implementación del proyecto. En el caso correspondiente, estos recursos serán obtenidos a partir de proveedores autorizados establecidos en la región.

Agua

Durante la preparación del sitio y construcción, el suministro de agua potable será a través de tanques de pipas encargadas de brindar el servicio de la zona. En el área de trabajo se mantendrá en contenedores de 200 L o tinacos mayores para su uso inmediato. Esta agua

requerida se obtendrá a partir del sistema municipal de agua potable, comprándola y trasladándola al área de trabajo en camiones tipo pipa.

La construcción de las vialidades internas que serán de terracería, así como el estacionamiento y otras áreas permeables compactas, requerirá de agua para compactación que se obtendrá mediante pipas de proveedores autorizados. Es el caso también del agua necesaria para conformación de banquetas y otras obras de concreto, almacenándola en tambores o tanques tipo rotoplás ubicados en el área del proyecto.

Para la operación se contarán con cisternas o tinacos en las instalaciones de las amenidades que lo requieran, particularmente en la casa club, que estarán conectadas a una red de tuberías que distribuirán el agua en las diferentes áreas.

El abastecimiento de agua para la etapa de operación será mediante pozo de aprovechamiento.

Energía eléctrica

Durante la construcción, la energía eléctrica necesaria se obtendría a partir de generadores eléctricos portátiles que operan con gasolina.

En la operación, se obtendrá el suministro a partir de la red eléctrica existente en el derecho de vía de la carretera adyacente al predio, dado que existe una Línea de Distribución (L.D.) de la CFE. La acometida eléctrica cumplirá con todos los requerimientos y directrices de la CFE; asimismo, la red de distribución interna. Los insumos eléctricos especializados se obtendrán de casas comerciales existentes establecidas en la región. Es el caso también del alumbrado exterior que se instale.

Combustibles

Los vehículos cargarán directamente en la estación de servicio, mientras que el combustible para la maquinaria será trasladado hasta el área de trabajo en contenedores de 200 l. Este traslado se realizará en camiones o camionetas propiedad de las compañías constructoras conforme se requiera, ya que no se almacenará combustible en el área del proyecto.

Los combustibles requeridos son particularmente diésel para maquinaria pesada y gasolina sin plomo para vehículos ligeros.

No se proyecta el almacenaje de aceites y lubricantes en obra, ya que serán adquiridos conforme se requieran. El mantenimiento de la maquinaria se realizará en talleres particulares fuera del sitio de operación. En casos de fuerza mayor, las reparaciones en campo considerarán las medidas necesarias para evitar derrames y la consecuente contaminación del suelo.

Maquinaria y Equipo

Durante la preparación del sitio y la construcción se utilizará la maquinaria y equipo general siguientes:

Tabla I.14. Equipo y maquinaria relevantes utilizados en el proyecto.

ETAPA	EQUIPO	CANTIDAD	TIPO DE COMBUSTIBLE
Preparación del Sitio (desmonte y despalme)	Tractor	3	Diesel
	Retroexcavadora	1	Diesel
	Bobcat	1	Gasolina
Construcción	Trascavo	1	Diesel
	Motoconformadora	1	Diesel
	Rodillo liso	1	Diesel
	Volquetes	3	Diesel
	Zanjadora	1	Diesel
	Perforadora	1	Diesel
	Pipa para agua	1	Diesel
	Grúa	1	Diesel
	Revolvedora	4	Gasolina
	Apisonador	4	Gasolina
	Minicargador Frontal	1	Diesel
	Retroexcavadora	1	Diesel

Los vehículos cargarán directamente en la estación de servicio, mientras que el combustible para la maquinaria será trasladado hasta el área de trabajo en contenedores de 200 l. Este traslado se realizará en vehículos de la constructora conforme sea requerido.

No se proyecta el almacenaje relevante de aceites y lubricantes en obra, ya que serán adquiridos conforme se requieran. El mantenimiento de la maquinaria se realizará en talleres particulares fuera del sitio de operación. En casos de fuerza mayor, las reparaciones en campo considerarán las medidas necesarias para evitar derrames y la consecuente contaminación del suelo.

La maquinaria pesada que se requiera para todas las actividades se obtendrá a partir de la renta de proveedores especializados de la región y de medios propios del promovente.

I.10. Utilización de explosivos

El proyecto no contempla la utilización de explosivos en ninguna etapa o actividad.

I.11. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

I.11.1. Generación y manejo de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos de probable generación durante la preparación del sitio y construcción del proyecto estarían dados por fugas accidentales de combustible o aceite a partir de los motores de la maquinaria o vehículos sobre tierra natural permeable. En tal caso se produciría sustrato contaminado con hidrocarburos los cuales deberán ser

removidos y dispuestos debidamente. También se considera la generación de envases que hayan contenido pinturas, solventes, estopas etc.

La maquinaria pesada podría generar fugas pequeñas y circunstanciales de aceite durante su operación en el proyecto, el cual se colectará en recipientes o materiales absorbentes para evitar la contaminación del suelo natural y se dispondrá en tambores metálicos cerrados.

Al concluir los acabados de las obras, los botes vacíos de pintura y cualquier material impregnado de dicha sustancia, deberán ser manejados de acuerdo a su naturaleza por empresas que proporcionan esos servicios (contratistas).

La provisión del aceite que utilice la maquinaria involucrada en la construcción y el manejo que se le dé a éste, será responsabilidad de la compañía de mantenimiento, la cual deberá cumplir con los lineamientos establecidos para el tratamiento de dichas sustancias. En caso de que exista un derrame ya sea de aceite o de combustible, se procederá a tomar las medidas respectivas para su manejo y tratamiento, es decir, se retirará la primera capa de suelo en la que se haya derramado y se considerará como residuo peligroso, disponiéndose en envases herméticos para su posterior traslado a una empresa autorizada en la materia.

El manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción será como sigue: se colocarán en recipientes con tapa, rotulados; los residuos sólidos y líquidos se manejarán de forma independiente y segregada. Se deberán disponer en un sitio con techo y firme de concreto (esto último en el caso de los residuos peligrosos líquidos), el cual deberá contar con al menos un extintor.

De manera ordinaria, toda la maquinaria y vehículos a utilizar en las obras deberán contar con el mantenimiento frecuente que les permita el funcionamiento en buenas condiciones y así evitar fugas. Los cambios de aceite de las maquinarias y las actividades de mantenimiento ocurrirán fuera del área del proyecto.

Cuando se requieran reparaciones de emergencia en sitio, se generarían residuos peligrosos tales como restos de combustibles o aceite a partir de motores y materiales impregnados con estos (suelos, trapos, estopas, etc.), filtros contaminados, residuos de grasa, entre otros. Estos residuos serán recolectados desde el momento de su generación y almacenados en contenedores con tapa y trasladados al sitio de transferencia de residuos peligrosos.

En caso de presentarse dichos residuos el manejo que recibirán será el siguiente:

- Se utilizarán recipientes con tapa para depositarlos ahí, estos estarán rotulados.
- Los residuos sólidos y líquidos se manejarán de forma independiente y separada.
- Todos los recipientes que contengan residuos peligrosos estarán cerrados y cada uno contará con una etiqueta que indique su tipo, característica CRETI y demás requerimientos del marco normativo.
- Se llevará un control de los volúmenes o cantidades generadas de cada residuo, anotándolo en una bitácora.

Es importante señalar que los residuos peligrosos que en su caso se generen, se separarán siempre de los no peligrosos que existan en el área y se segregarán por tipo de residuo.

Cuando se haya acumulado una cantidad suficiente de residuos peligrosos serán recolectados, trasladados y puestos a disposición final en un sitio autorizado por parte de una empresa arrendadora del servicio la cual estará autorizada ante la SEMARNAT. En cada ocasión que se realice este procedimiento, se contará con el manifiesto de entrega, transporte y recepción. Por ningún motivo el almacenamiento temporal sobrepasará el periodo máximo de 6 meses.

Los residuos serán almacenados en contenedores rotulados y con tapa con la finalidad de evitar su mezcla y poder ser recolectados por empresas autorizadas para su correcta disposición final.

Tabla I.15. Residuos peligrosos generales de probable generación por el proyecto.

RESIDUO:	**RESIDUOS PELIGROSOS**
Clasificación:	Líquido, sólido. Peligroso.
Cantidad:	1 l/diario/obra-2 kg por semana.
Descripción:	Generación de residuos peligrosos incluyendo, pinturas, aceites, grasas, y estopas.
Posibles Efectos	Malos olores. Lixiviados. Daños al subsuelo.
Manejo y Disposición Final	Se dispondrán contenedores en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades y serán acopiados a un sitio de disposición final; todos los contenedores estarán rotulados de acuerdo a su clasificación y se mantendrán cerrados, para posteriormente ser enviados a empresas recolectoras autorizadas.

En la operación del proyecto algunas actividades de mantenimiento esporádico serán las únicas fuentes de este tipo de residuos, tales como botes de pintura y materiales impregnados con la misma. Es el caso también de los materiales impregnados con aceite lubricante o las posibles fugas del mismo a partir de los vehículos utilitarios. En todos los casos, éstos serán manejados adecuadamente por parte del prestador de servicios de mantenimiento.

I.11.2. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

- **Preparación del sitio**

Se generarán residuos del consumo de alimentos (plásticos y embalajes). No se generarán volúmenes elevados de estos residuos debido a que el número del personal será reducido en estas etapas iniciales de la obra.

Por causa del desmonte y el despalme del terreno, se producirán residuos vegetales, los cuales serán trozados-triturados y dispuestos en las áreas verdes del proyecto; en el caso

de que sobre material o sea excesiva la generación, serán retirados del área y se dispondrán en un relleno sanitario o en los sitios autorizados para su depósito que haya dispuesto la autoridad, preferentemente sitios que se encuentren en proceso de restauración ambiental.

- **Construcción**

Durante esta etapa los principales residuos a producir serán los resultantes de la implementación de infraestructura, tales como restos de madera, material de construcción o fragmentos de cableado eléctrico. De igual forma se consideran los residuos producto de la alimentación de los trabajadores, principalmente restos de alimentos y sus empaques (bolsas y envases de plástico, papeles). Se espera una generación diaria de 10 kg ya que se trata de residuos producidos por la presencia de los trabajadores y de su alimentación diaria.

Los residuos sólidos que se generen durante las actividades constructivas serán dispuestos en bolsas de plástico y depositados en un tambor metálico con tapa, u otro recipiente grande habilitado en el sitio, para su posterior traslado al sitio correspondiente. Las botellas de plástico (PET) generados serán separados del resto de los residuos; cuando se produzca la cantidad suficiente, serán trasladados a un centro de reciclaje para su proceso.

En lo que respecta a la capa de tierra y piedras removida por el despalme del terreno y al material extraído de las excavaciones en los trabajos preliminares, estos serán mantenidos en el área de trabajo, y en la medida de lo posible será utilizada en los trabajos subsecuentes de la obra, tales como los cimientos o relleno de excavaciones. Si por alguna razón llegara a existir un sobrante de la actividad antes mencionada, este volumen sería retirado del sitio de trabajo y dispuesto en el área correspondiente que la autoridad haya destinado para tal fin.

En el proceso constructivo se generará una muy diversa gama de residuos, provenientes de la obra civil, su naturaleza es muy variada, pero su volumen no será muy alto. Entre los principales residuos que generará la obra, podemos encontrar los siguientes: cartones, papeles, bolsas o sacos y cajas de material, envolturas, cables, alambres, clavos, elementos de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, de carpintería, etc. Estos residuos se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y dependiendo de la cantidad que se haya generado, posteriormente se trasladarán para su disposición final en el relleno sanitario regional disponible.

Muchos de los residuos o desechos antes mencionados, pueden ser susceptibles a utilizarse si todavía se encuentran en buenas condiciones, por lo cual se valorará la factibilidad de reciclaje de estos materiales, dependiendo de los volúmenes generados y de las condiciones de los mismos. Por otro lado, también se generarán restos de material de banco, como polvo, grava, y piedras. Estos residuos, en la medida de lo posible, serán utilizados para rellenar los cimientos y las demás excavaciones.

Los residuos generados a partir de estas actividades se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y se dispondrán en un área específica en que no afecte los trabajos. De manera semanal o quincenal, dependiendo de los volúmenes generados, se trasladarán para su disposición final en el basurero municipal, excepto los materiales susceptibles de reciclaje o reúso.

Al término de la obra civil de cada frente y etapa, y previo a la entrega y ocupación de las instalaciones, se hará el retiro de todas las instalaciones provisionales, se limpiará y retirará

todo el sobrante de materiales. No quedará evidencia de las actividades constructivas para el paso a la etapa de ocupación del proyecto.

Los residuos sólidos se generarán mayormente debido a la alimentación de los trabajadores de la construcción, y consistirán básicamente en residuos orgánicos (restos de comida) y en residuos inorgánicos (botellas de refrescos, bolsas, etc.). Todo lo anterior se colocará dentro de contenedores con tapa, rotulados de acuerdo al contenido, dispuestos en las áreas de alimentación. Dichos contenedores serán retirados de manera periódica del sitio para el depósito final en el relleno sanitario regional o sitio de disposición final autorizado por el municipio.

Durante la ocupación de las obras, los residuos serán transportados y manejados por el sistema interno (se trata de un proyecto privado) y trasladado al almacén temporal del desarrollo, para su posterior envío al relleno municipal por medios propios o bien, por la infraestructura de transporte y recolección de basura existente en la zona, previo convenio con el municipio.

Estará estrictamente prohibida la quema de estos residuos, así como su depósito en zonas provistas de vegetación y aledañas al proyecto.

Tabla I.16. Residuos en general que se espera durante las etapas del proyecto. RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RME: Residuos de Manejo Especial.

ETAPA DE GENERACIÓN	TIPO	FUENTE	CLASIF.	DESTINO
Preparación del Sitio	Residuos vegetales	Despalme	RME	Sitio autorizado por la autoridad municipal y parcialmente adecuación de suelo en sitio.
	Tierra vegetal	Despalme	RME	Sitio autorizado por la autoridad municipal y parcialmente adecuación de suelo en sitio.
	Tierra	Nivelación	RME	Nivelación y compactación del terreno; conformación de áreas ajardinadas.
Construcción	Pedacería de metal	Obra civil, mecánica, eléctrica	RME	Reciclaje o sitio autorizado por la autoridad municipal
	Madera	Obra civil, mecánica, eléctrica	RME	Reciclaje o sitio autorizado por la autoridad municipal
	Plástico	Obra civil, mecánica, eléctrica	RSU	Reciclaje o sitio autorizado por la autoridad municipal
	Aceite usado	Obra civil, mecánica, eléctrica	Peligroso	Tratamiento empresas autorizadas por SEMARNAT

ETAPA DE GENERACIÓN	TIPO	FUENTE	CLASIF.	DESTINO
	Grasa usada	Obra civil, mecánica, eléctrica	Peligroso	Tratamiento empresas autorizadas por SEMARNAT
	Solventes y restos de pinturas	Obra civil, mecánica, eléctrica	Peligroso	Tratamiento empresas autorizadas por SEMARNAT
	Basura industrial	Obra civil, mecánica, eléctrica	Peligroso	Tratamiento empresas autorizadas por SEMARNAT
	Residuos sólidos domiciliarios	Obra civil, mecánica, eléctrica	RSU	Sitio autorizado por la autoridad municipal

En el proceso de venta de lotes o fracciones se podrían generar envases PET y retos de alimentos biodegradables. Para esta actividad se dispondrán recipientes con tapa y serán retirados por la empresa para su disposición final en el sitio de disposición autorizado del municipio de Dzemul.

Tabla I.17. Características particulares de algunos residuos específicos que se generarán por el proyecto.

ETAPA	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
RESIDUO:	**MATERIAL VEGETAL.**
Clasificación:	Orgánico. Sólido. RME.
Cantidad:	1 m^3 /ha
Descripción:	Producto del paso de la maquinaria pesada y el derribo de material se generan residuos sólidos consistentes en hojas y ramas, así como piedras y otros materiales removidos del suelo pero que serán reubicados en las áreas de conservación o de los lotes.
Posibles Efectos	Riesgo de incendio. Contaminación visual. Plagas.
Manejo y Disposición Final	Serán trozados y esparcidos para su reintegración al suelo y en la época de secas, estas áreas de confinamiento serán humedecidas como medida de prevención.
RESIDUO:	**RECHAZO DE CONSTRUCCIÓN**
Clasificación:	Inorgánico. Sólido. RME.
Cantidad:	2 m^2 de escombro por 2 ha
Descripción:	En el proceso constructivo se generan desperdicios de materiales constructivos que podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.
Posibles Efectos	Contaminación Visual. Riesgo de Accidentes.
Manejo y Disposición Final	Se reutilizarán en la obra para rellenos y los que no puedan ser empleados en esto, serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final de Celestún.

RESIDUO:	**RESIDUOS DE ALIMENTOS.**
Clasificación:	Orgánico. Sólido. RSU.
Cantidad:	100 gr/diario/obrero.
Descripción:	En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos orgánicos de alimentos.
Posibles Efectos	Malos olores. Lixiviados. Proliferación de insectos. Contaminación visual.
Manejo y Disposición Final	Se dispondrán contenedores en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados a un sitio de disposición final.

RESIDUO:	**EMPAQUES DE ALIMENTOS.**
Clasificación:	Inorgánico. Sólido. RSU.
Cantidad:	50 gr/diario/obrero.
Descripción:	En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos inorgánicos, como envases, bolsas y otros productos de plástico y/o cartón.
Posibles Efectos	Malos olores. Contaminación visual.
Manejo y Disposición Final	Se dispondrán contenedores en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados para trasladarse al sitio de disposición final de Celestún.

RESIDUO:	**AGUAS RESIDUALES.**
Clasificación:	Líquidos. Sanitarios. RME.
Cantidad:	700 gr/trabajador.
Descripción:	Producto de la evacuación de fluidos corporales y el aseo personal se generan aguas residuales de tipo doméstico compuestas principalmente de urea, materia orgánica, organismos coliformes y detergentes.
Posibles Efectos	Malos olores. Insectos y vectores. Lixiviados.
Manejo y Disposición Final	Se instalarán letrinas portátiles en función al número de trabajadores involucrados en la obra.

RESIDUO:	**EMISIONES DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN.**
Clasificación:	Gaseosos. No peligrosos.
Cantidad:	No dimensionado.
Descripción:	Durante el proceso de operación de la maquinaria la combustión de hidrocarburos genera emisiones a la atmósfera de diversa composición.
Posibles Efectos	Ruido. Molestias en ojos.
Manejo y Disposición Final	Dispersión natural a la atmósfera.

RESIDUO:	**POLVO.**
Clasificación:	Partículas suspendidas. No peligrosos.
Cantidad:	No dimensionado.
Descripción:	Debido al arrastre en el desmonte y despalme, se desprenden partículas finas de polvo que son arrastradas por el viento.
Posibles Efectos	Ruido. Molestias en ojos.
Manejo y Disposición Final	Dispersión natural a la atmósfera.

Aguas residuales

En la etapa constructiva y en la de preparación del sito, se instalarán sanitarios móviles para los trabajadores, que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal. El manejo de dichas aguas residuales estará a cargo de la empresa contratada para brindar el servicio.

Cuando el desarrollo esté habitado o en uso, en las amenidades y áreas comunes que cuenten con baños, y a futuro en los lotes que desarrollen los propietarios, se generarán aguas residuales que serán tratadas mediante un sistema de tratamiento tipo SITAR DLD14 o equivalente, cuyo efluente se conducirá posteriormente a la planta de tratamiento de aguas residuales con que contará el desarrollo. Por su parte, el agua pluvial se manejará mediante el sistema de drenaje construido en las vialidades.

Como consecuencia de la operación de la PTAR se generarán lodos, mismos que serán tratados y dispuestos adecuadamente. Se utilizarán como composta para las áreas de conservación o ajardinadas previo cumplimiento de la norma NOM-004-SEMARNAT-2002. En los casos de generación mayor al que pueda manejarse internamente para conformar composta, se enviarán a disposición final en sitios que requieran restauración u otro que termine la autoridad competente.

Residuos sólidos domésticos. Como resultado de la alimentación de los trabajadores durante la construcción, se producirán residuos de tipo doméstico tales como botellas y bolsas de plástico, papeles, latas, platos desechables, restos de alimentos, etc., los cuales serán contenidos en recipientes rotulados y con tapa, y dispuestos periódicamente en el sitio de disposición final autorizado por el municipio.

Entre los principales residuos producidos en los edificios se encontrarán los restos de alimentos, bolsas y botellas de plástico, latas de aluminio, botellas de vidrio, materiales desechables, etc. La recolecta de residuos domésticos generados ocurrirá por parte de la empresa concesionaria del servicio en la zona.

Los residuos serán separados de acuerdo a su tipo y enviados a reciclaje o reúso los botes de plástico tipo PET y latas de aluminio, entre otros. Esto último ocurrirá a cargo de los servicios municipales.

Emisiones a la atmósfera. Debido a las actividades de preparación del sitio, se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de las mismas ya que se trata de un área abierta y extensa.

Durante la operación del proyecto no se instalarán equipos o maquinarias relevantes que generen emisiones fijas a la atmósfera, siendo no contaminante la infraestructura del proyecto. Las únicas emisiones de gases contaminantes durante la operación del proyecto estarán dadas por los motores de combustión interna vehiculares. Se prevé que los vehículos particulares serán objeto de verificación vehicular contra la emisión de gases contaminantes de acuerdo con los requerimientos actuales de la Secretaría.

No obstante, la operación de restaurantes y otras potenciales fuentes de emisiones por estufas, hornos o equivalentes que quemen combustible (gas L.P. principalmente), la etapa operativa tendrá la aplicación de programas de supervisión y mantenimiento de tales equipos según corresponda y aplique.

Ruido. El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos durante la construcción del proyecto será la principal fuente de ruido en el área. Dada la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta y extensa, se prevé que los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Aunado a lo anterior, la maquinaria utilizada estará en buenas condiciones de mantenimiento por lo que no serán excesivas sus emisiones de ruido.

I.11.3. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se colocarán contenedores temporales para los residuos sólidos urbanos posteriormente se trasladan al sitio de disposición final autorizado en el municipio o en la región. Durante la operación y mantenimiento los residuos serán trasladados a dicho sitio de disposición previo a su resguardo temporal en el almacén que se conformará como parte del proyecto. Los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal, posteriormente serán recolectados por una empresa autorizada por la SEMARNAT. En cuanto a las aguas residuales, serán tratadas por medio de tres sistemas SITAR DLD14 con cloración y posteriormente enviadas a una planta de tratamiento del desarrollo (PTAR).

- **Residuos sólidos urbanos y de manejo especial**

Con el fin de evitar acumulación de residuos, se contará con botes fijos en algunos puntos durante el desarrollo de las actividades. Los residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial que se produzcan y sean susceptibles de reciclaje, serán acumulados y posteriormente enviados a los centros de acopio especializados como disposición final o se permitirá a los trabajadores su aprovechamiento.

Los residuos que no sean sujetos de valorización serán enviados a disposición final en el sitio de disposición autorizado del municipio (relleno sanitario regional o donde disponga la autoridad competente).

Los residuos de manejo especial valorables serán recolectados por empresas arrendadoras del servicio y autorizadas para la recolección y disposición final de este tipo de residuos.

En el municipio de cuenta con un sitio de disposición final de residuos administrado por el Municipio y en la región se cuenta con el relleno sanitario de la localidad de Motul.

Para reciclaje de residuos susceptibles se cuenta con servicios particulares en la zona metropolitana de Mérida y algunos en la región.

- **Residuos peligrosos**

Para la disposición final de los residuos peligrosos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto, como es el caso de aceite lubricante usado, sustrato impregnado con aceite y/o combustible, etc., se contratará el servicio de transporte de alguna empresa avalada por la SEMARNAT. Tal empresa se encargará de la recolección, traslado y el depósito final de los residuos, debiendo hacer entrega del manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos correspondiente al responsable de empresa (promovente).

En la zona metropolitana de Mérida se cuenta con empresas especializadas en el manejo (recolección, transporte y acopio) de residuos peligrosos, servicios que están disponibles para el sitio del proyecto.

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

II.1. DISPOSICIONES Y RESTRICCIONES APLICABLES AL PROYECTO

La congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento) se identifica a continuación mediante el concepto “Vinculación” en los siguientes apartados.

II.1.1. Leyes y Reglamentos

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

Art. 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;

Vinculación: *El presente proyecto se pretende desarrollar en un área de selva caducifolia secundaria con características de acahual en las zonas con vegetación y con ambiente modificado en las áreas agropecuarias del rancho que previamente existió en el sitio. En términos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán y considerando que las actividades humanas y procesos naturales que se desarrollan en el área del proyecto pueden afectar el área litoral, se considera que el desarrollo inmobiliario previsto se ubica en la zona costera del estado (franja paralela al litoral de 20 km de ancho tierra adentro), se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.*

En atención a esta disposición, el promovente desarrolla esta manifestación de impacto ambiental para ser evaluado por la Instancia Federal y que se emita la resolución correspondiente en materia de impacto ambiental.

Art. 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:
I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;
III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;

Vinculación: *El polígono del proyecto mantendrá áreas verdes de conservación y las verdes ajardinadas con vegetación nativa de selva y suelo natural permeable. Esto ayudará*

a conservar la biodiversidad del sitio y servirá como zona de refugio y alimentación para la fauna nativa que se registra en el predio y en las colindancias. Durante todas las etapas del proyecto estará estrictamente prohibido extraer fauna y flora del sitio del proyecto. Se implementarán las acciones de control e inspección para asegurar el cumplimiento de estos compromisos.

Art. 83. El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de flora o fauna silvestre, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Art. 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:
Frac. VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Vinculación: *El proyecto prevé la aplicación de un programa de protección y rescate de flora y de fauna (como documentos independientes), mediante los cuales se procurará alterar lo menos posible las condiciones para la subsistencia de especies de flora o fauna silvestre endémica, amenazada o en peligro de extinción. Se dejarán áreas verdes para generación de suelos.*

Art. 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Art. 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación: *Las emisiones a la atmosfera serán controladas y minimizadas mediante el mantenimiento periódico al equipo y/o maquinaria que se utilice durante la implementación del proyecto. Se procurará evitar emisiones de partículas atmosféricas humectando el material pétreo a emplear o contando con lonas para su transporte. Por otra parte, la maquinaria empleada en las obras contará con mantenimiento previo a su arribo al sitio del proyecto con la finalidad de mantener su operación con emisiones controladas. De igual modo se instalarán tapiales en el polígono para que el polvo generado no afecte a los habitantes que se encuentran en las colindancias.*

Durante la operación del proyecto, es posible la instalación y operación de mobiliario o electrodomésticos que generen gases de combustión en cocina, gases refrigerantes, etc., para lo cual se contará con programas de control y mantenimiento para asegurar su óptimo funcionamiento.

Art. 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:
I. Las descargas de origen industrial;
VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y
VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.

Art. 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Vinculación: *La obra contará con sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio y la de construcción, a razón de uno por cada quince trabajadores, cuya limpieza y disposición final correrá a cargo de la empresa prestadora del servicio. Una vez que las fracciones que se conformarán sean adquiridas por los propietarios (operación), se contará con planta de Tratamiento de Aguas Residuales, así como tratamiento previo en cada lote mediante un sistema SITAR DLD14 con registro de cloración adicional.*

Estos elementos recibirán mantenimiento de manera periódica y se realizará el análisis de calidad de las descargas por lo menos una vez al año, así como calidad de los lodos, para verificar que este cumpla con las normas aplicables.

Art. 134. Fracc. III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Vinculación: *Se contará con un plan de manejo de residuos generados, de modo que sean atendidos todos los criterios y requerimientos tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos sólidos; se incorporarán técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como se regulará su manejo y disposición final eficientes. Todo esto según aplique a las obras previstas por el proyecto.*

Art. 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar la contaminación del suelo.

Vinculación: *El proyecto contará con contenedores con tapa y rotulados en el área del proyecto. De aquí serán trasladados al almacén temporal de los residuos sólidos urbanos (orgánicos, inorgánicos y reciclables), de manejo especial y/o peligrosos. Estos residuos serán retirados del área del proyecto para ser dispuestos en sitios autorizados para su reutilización, reciclado o disposición final según corresponda. Los residuos de manejo especial y peligrosos no podrán estar almacenados más de 6 meses.*

Art. 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, la regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Art. 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Vinculación: *Para el control de los residuos sólidos urbanos durante las actividades constructivas del proyecto, se dispondrán botes fijos señalados y con tapa para evitar una errónea disposición y mezcla incompatible. Aquellos residuos que sean susceptibles o elegibles de reciclaje serán reutilizados o dispuestos de manera separada para fomentar su aprovechamiento, disminuyendo así el volumen de residuos finales. Por otro lado, los residuos de manejo especial que pudiesen ser generados serán dispuestos en sitios donde la autoridad municipal determine.*

Los residuos peligrosos serán generados en pequeñas cantidades, sin embargo, aquellos que se generen serán separados del resto de los residuos y puestos a disposición de una empresa de servicio especializada y autorizada, la cual se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final. La empresa colectora hará entrega de un Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de los residuos peligrosos.

Durante la preparación y construcción del proyecto se podrán generar residuos peligrosos provenientes de las maquinarias a ser empleadas como estopas impregnadas de grasas y aceites (por ejemplo). Se contempla también la posibilidad de que exista el riesgo de fugas, por lo que durante estas etapas del proyecto se contará con contenedores rotulados y con tapa para su acopio temporal. Dichos residuos serán retirados del sitio y dispuestos por empresas autorizadas.

Las prácticas de clasificación y segregación de residuos, así como su disposición temporal adecuada en el almacén temporal de residuos del desarrollo, ocurrirá conforme al marco legal durante la etapa de operación. El plan de manejo de residuos incorpora acciones tendientes a la reducción, reciclaje y reuso, así como la adecuada valorización de los mismos. Se contará con las autorizaciones aplicables necesarias para el manejo de los residuos, a partir de las autoridades competentes.

Art. 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido... en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría...

Vinculación: *Las emisiones de ruido que sean generadas durante la construcción provendrán de la maquinaria, la cual recibirá mantenimiento con la finalidad de evitar piezas flojas y estar bien engrasados, evitando el incremento propio del ruido generado por estas máquinas. Asimismo, la maquinaria trabajará en horario diurno durante la jornada laboral de 8 horas, evitando que el ruido se propague en horas posteriores a las crepusculares que puedan afectar a la fauna silvestre de las inmediaciones.*

El sitio de obras se encuentra alejado de centros urbanos, aunado a que la vegetación se conformará como barrera sonora.

Durante su operación, el desarrollo generará ruido debido a la circulación de automotores y al funcionamiento de maquinaria que pueda instalarse en los lotes de uso comercial o de

servicios (a futuro). En estos casos, se garantizará que las fuentes potenciales de ruido se encuentren en funcionamiento óptimo con los programas de mantenimiento pertinentes, así como instalaciones de aislamiento y amortiguamiento del ruido generado. En caso necesario, en función del desarrollo de las colindancias, podrá aplicarse un estudio de ruido perimetral cuando el complejo se encuentre en plena operación.

Art. 203. Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable. El término para demandar la responsabilidad ambiental será de cinco años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente.

Vinculación: *El promovente del proyecto es consciente de la normatividad aplicable, por lo que es responsable de minimizar, prevenir o compensar los daños que pueda ocasionarse al ambiente.*

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

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

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

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

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;
b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y
c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

Art. 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Vinculación: *Se presenta ante la SEMARNAT esta Manifestación de Impacto Ambiental para las obras y actividades previstas por el proyecto, de modo que se pueda llevar a cabo la evaluación de impacto pertinente, sometiéndose al dictamen de la Secretaría.*

El desmonte de vegetación secundaria y el despalme se realizará en la superficie correspondiente a las áreas de vialidades del proyecto, así como en las huellas de infraestructura de servicios internos, amenidades y áreas comunes. Las superficies de áreas verdes de conservación y las ajardinadas verdes no serán afectadas por el desmonte y despalme del presente proyecto.

Art. 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:

I.- Fuentes existentes;
II.- Nuevas fuentes
III.- Fuentes localizadas en zonas críticas.

La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.

Art. 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría…

Vinculación: *Los vehículos, maquinaria y/o equipo que se emplearán durante la construcción contarán con mantenimiento preventivo, para minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.*

Durante la operación, diversos electrodomésticos y mobiliario de cocina podrán ser fuentes de emisiones, particularmente por la quema de combustibles fósiles en cocinas, restaurantes, etc., así como por potenciales fugas de gas en sistemas de refrigeración,

principalmente. En estos casos se contará con los programas de mantenimiento correspondientes y se obtendrán las licencias u autorizaciones aplicables.

Art. 58. Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

Vinculación: *En la Presente Manifestación de Impacto Ambiental, se establecen medidas de prevención y mitigación para todos aquellos impactos que se ocasionen o puedan ocasionarse durante la construcción y operación del proyecto. Estas medidas se encuentran sujetas a la normatividad ambiental correspondiente.*

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera

Art. 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación: *El proyecto considera el control de emisiones generadas a la atmósfera, mediante infraestructura y equipamiento pertinente, así como procedimientos o instructivos de operación. Todas las fuentes de emisiones contarán con sistemas de control y/o reducción de las emisiones. Se extiende este control y reducción aplicable a las emisiones de fuentes móviles de la empresa constructora y promovente.*

Art. 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:

1) Fuentes existentes;
2) Nuevas fuentes; y
3) Fuentes localizadas en zonas críticas.

La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.

Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría…

Vinculación: *Los vehículos, maquinaria y/o equipo que se emplearán durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, contarán con mantenimiento preventivo, para minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. En el capítulo IV se proponen medidas de prevención y mitigación de impactos*.

Uno de los impactos que será inevitable es la generación de polvos y en menor escala las emisiones derivadas del funcionamiento de vehículos y maquinaria a utilizar. Sin embargo, el proyecto considera la preservación de la vegetación existente en las áreas verdes que funcionen como barrera amortiguadora para la dispersión de las partículas suspendidas, adicionalmente, el promovente se compromete a desarrollar las medidas de prevención y mitigación propuestas más adelante en el presente manifiesto de Impacto ambiental.

Cabe señalar que no existen comunidades o localidades humanas en las colindancias que pudieran ser afectadas de manera inmediata por las emisiones atmosféricas.

Artículo 58. Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

Vinculación: *En el presente estudio se establecen medidas de prevención y mitigación para todos aquellos impactos que se ocasionen o puedan ocasionarse durante la realización del proyecto. De igual modo se redactan y exponen las acciones y actividades de vigilancia ambiental, para supervisar el cumplimiento de las medidas propuestas, las cuales se encuentran sujetas a la normatividad ambiental correspondiente.*

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Art. 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Vinculación: *El manejo de residuos que se pondrá en práctica permitirá subclasificar los residuos sólidos urbanos de modo que se logre su separación primaria y secundaria.*

Art. 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;
VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Vinculación: *El plan de manejo de residuos que se elaborará y pondrá en práctica, incluirá los residuos de manejo especial que se generen, lo que permitirá su control, manejo y disposición final adecuados.*

Art. 22. Las personas que generen y manejen residuos y que requieran determinar si estos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberá remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifica como tales.

Art. 29. Los planes de manejo aplicables a productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:
I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar…

Art. 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente…
I. Aceites lubricantes usados;
II. Disolventes orgánicos usados;
III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;
V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;
VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;
VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;
VIII. Fármacos;
X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;
XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;
XII. La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados;
XV. Los residuos punzo-cortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes.

Vinculación: *Entre los residuos que probablemente se generarán se encuentran los aceites lubricantes usados y las lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio. Estos últimos en la etapa de mantenimiento de la infraestructura que se conforme en la urbanización del predio. El manejo de estos residuos será conforme al marco legal.*

Art. 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Art. 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Art. 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de residuos con empresas o gestores autorizados para tales por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos basado en la minimización de sus riesgos…

Art. 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes a los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Art. 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Art. 56. …Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta a solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

Art. 69. Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Vinculación: *Durante la construcción se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser dispuestos en reciclaje.*

Los residuos serán almacenados en contenedores con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos.

Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio en coordinación o colaboración con el promovente (con recursos propios según el convenio que se celebre al respecto), por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa prestadora del servicio, que se encargará de su disposición final.

En el proyecto se utilizará maquinaria y vehículos, lo que podría ocasionar la generación de residuos peligrosos por fugas tales como combustibles, grasas, aceites y materiales impregnados con estos. Estos residuos serán recolectados desde el momento de su generación, resguardados en contenedores adecuados y llevados al almacén temporal existente en el área para el acopio temporal de residuos peligrosos.

No se rebasará el tiempo máximo de almacenamiento en sitio (6 meses). En cada ocasión que se realice este procedimiento, se contará con el manifiesto de entrega, transporte y disposición final.

Se verificará periódicamente que no se mezclen residuos peligrosos con no peligrosos u otros materiales. Asimismo, se procurará almacenar los residuos y sustancias según su compatibilidad, de modo que se eviten reacciones o riesgos innecesarios en su manejo.

El almacenamiento de los residuos peligrosos generados ocurrirá de modo que se evite la generación de lixiviados y la infiltración de los mismos en los suelos, el arrastre pluvial o eólico de los residuos, así como fugas o derrames por el manejo de estos residuos.

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

Art. 37. La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Art. 39. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Art. 40. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Vinculación: *Se contará con la supervisión ambiental necesaria, así como procedimientos de manejo de residuos peligrosos que se puedan generar durante la construcción, tales como el aceite lubricante de maquinarias, filtros de aceites y sólidos impregnados con aceites. Esto con el fin de evitar y prevenir la mezcla de residuos incompatibles. En caso de que se generen estos residuos serán separados del resto de los residuos y almacenados en contenedores con tapa y etiqueta, para posteriormente ser puestos a disposición de una empresa arrendadora del servicio que esté autorizada, quien se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final.*

Art. 58. Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus

elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

Vinculación: *En el presente estudio se establecen medidas de prevención y mitigación para todos aquellos impactos que se ocasionen o puedan ocasionarse durante la construcción y operación del proyecto. Estas medidas se encuentran sujetas a la normatividad ambiental correspondiente.*

Art. 129.- Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes. Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.

Art. 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;

II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;

III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y

IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.

Vinculación: *Los materiales considerados peligrosos por sus características, como es el diesel de la maquinaría y vehículos, para los cuales se emplearán las medidas preventivas para evitar derrame del residuo líquido al suelo.*

No ocurrirá el almacenamiento de diesel ya que el insumo necesario será adquirido de los establecimientos permitidos y será utilizado directamente por la maquinaria. Por otro lado, en caso de que haya un derrame accidental de diesel o gasolina, el promovente realizará las actividades de remediación del suelo lo antes posible, para evitar una afectación mayor al suelo y subsuelo.

Ley de Aguas Nacionales

Art. 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación

otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión".

La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.

Vinculación: *El promovente obtendrá agua a partir de pipas abastecidas por un prestador de servicio cuya fuente será autorizada para la etapa de construcción. La apertura de al menos un pozo de extracción de agua en este proyecto en la etapa operativa, contará con las autorizaciones correspondientes para su construcción, así como la concesión y permiso de descarga necesarios.*

Art. 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:
XIV. Realizar las medidas necesarias para prevenir la contaminación de las aguas concesionadas o asignadas y reintegrarlas en condiciones adecuadas conforme al título de descarga que ampare dichos vertidos, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas; el incumplimiento de esta disposición implicará: (1) la aplicación de sanciones, cuya severidad estará acorde con el daño ocasionado a la calidad del agua y al ambiente; (2) el pago de los derechos correspondientes a las descargas realizadas en volumen y calidad, y (3) se considerarán causales que puedan conducir a la suspensión o revocación de la concesión o asignación que corresponda;

Vinculación: *El promovente es consciente de la legislación por lo que implementará las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo. Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, se contará con sanitarios portátiles a razón de uno por cada quince trabajadores y su limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio.*

En la operación del proyecto, cuando los diferentes lotes se desarrollen, las viviendas u otros usos (desarrollo mixto) contarán con un sistema SITAR DLD14 con registro de cloración, y posteriormente se conducirá por el drenaje al sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del desarrollo, que cumplirá con la normatividad para tratar sus aguas residuales.

El responsable del proyecto realizará la gestión y obtendrá el título de concesión y permiso de descarga, conforme al marco legal aplicable.

Art. 44. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

Vinculación: *En la operación del proyecto, cuando los diferentes lotes se desarrollen, las viviendas u otros usos (desarrollo mixto) contarán con un sistema SITAR DLD14 con registro de cloración, y posteriormente se conducirá por el drenaje al sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del desarrollo, que cumplirá con la normatividad para tratar sus aguas residuales.*

El responsable del proyecto realizará la gestión y obtendrá el título de concesión y permiso de descarga, conforme al marco legal aplicable.

Art. 85. Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas… a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

Vinculación: *Todos los residuos que puedan contaminar las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos considerados peligrosos, serán objeto de control y manejo adecuados, de modo que se evite poner en riesgo la calidad y disponibilidad de agua subterránea en la región.*

Art. 88 BIS 1. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua".

Vinculación: *Estará terminantemente prohibida la disposición de residuos al aire libre o sin control. Los contenedores para residuos contarán con tapas para evitar la dispersión a causa del viento. La maquinaria recibirá mantenimientos para prevenir derrames de aceites u otros hidrocarburos y deberá contar con charolas de contención en caso de algún importuno en el sitio. Bajo este supuesto, el suelo que se impregne de hidrocarburos deberá ser retirado y dispuesto de manera temporal en un contenedor exclusivo para residuos peligros con tapa y etiqueta para posteriormente ser puestos a disposición de una empresa arrendadora del servicio que esté autorizada, quien se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final.*

El tratamiento de aguas residuales para la etapa de desarrollo que implica la habitación de las fracciones o lotes por parte de sus propietarios se llevará a cabo mediante la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con la normatividad. Previamente, cada lote se contará con un sistema de tratamiento modular, cuyo efluente se dirigirá a la PTAR, de modo que se conformará el drenaje sanitario correspondiente en las secciones viales desde cada lote hasta la PTAR.

Todos los residuos serán tratados adecuadamente. Cabe señalar que, durante la etapa constructiva se contará con sanitarios portátiles para evitar la infiltración de aguas residuales al subsuelo. La colecta, transporte y disposición final de estos residuos estará a cargo de la empresa arrendadora del servicio.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas… a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:
I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;
II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;
III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;
IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;
V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;
VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;
VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;
VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";
IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;

X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y
XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.

Art. 137. Es responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto de la "Ley", incluidas las unidades y los distritos de riego, cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores…

Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

Vinculación: *El promovente es consciente de la legislación por lo que implementará las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo. Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, se contará con sanitarios portátiles a razón de uno por cada quince trabajadores y su limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio.*

El actual proyecto de lotificación y urbanización considera la apertura de al menos un pozo de abastecimiento para la etapa de operación.

Estará estrictamente prohibido depositar basura o aguas residuales fuera de los sitios y dispositivos designados para ello, para evitar contaminación por disolución o arrastre. Se contará con contenedores separados para la disposición de residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen, y sitios para disposición de los residuos de manejo especial.

Todos los contenedores contarán con tapa, estarán cercanos a las áreas de trabajo y serán retirados y llevados al almacén temporal de residuos para evitar su dispersión. Se llevarán a cabo medidas preventivas como son los mantenimientos a la maquinaria para que no presenten fugas de aceites o hidrocarburos, de igual modo se vigilará que la maquinaria y herramientas utilizadas en la extracción no contengan residuos de hidrocarburos o aceites, así como manejar de manera adecuada los residuos peligrosos (aceites e hidrocarburos) que pudieran generarse.

El promovente contará con abastecimiento por pipa de un servicio particular para la etapa de construcción, por lo tanto, no habrá la necesidad de la apertura de pozos de extracción de agua en dicha etapa.

Se implementarán las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo. Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, las viviendas durante la etapa habitable del proyecto, se prevé contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales que cumpla con la normatividad para tratar sus aguas residuales.

Ley General de Vida Silvestre

Art. 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Art. 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

Art. 27 Bis. No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

Vinculación: *No se realizarán acciones de liberación o introducción de especies exóticas en el polígono del proyecto ni en zonas aledañas. No se podrán usar especies de flora exótica en las áreas verdes del proyecto.*

Art. 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta ley y las normas que de ella se deriven.

Art. 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de utilidad pública….

Art. 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios.

Vinculación: *Durante ninguna fase de operación se utilizarán cercos o mallas perimetrales totalmente impermeables que limiten el flujo de la fauna hacia dentro o fuera del predio. En todo caso, se utilizarían límites tipo alambre de púas que permitan el flujo de la fauna.*

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, así como en las aplicables de la operación, la fauna silvestre presente en el área de afectación será sujeta de medidas de protección, entre las que se encuentra el rescate de individuos susceptibles de ser afectados por las actividades de desmonte y despalme con maquinaria pesada, principalmente.

Dado que se mantendrá con su actual cobertura vegetal y de suelo la superficie de conservación establecida como permanente para el polígono, se favorecerá la permanencia general de los hábitats en el predio.

Art. 74. En el caso de que los cercos u otros métodos hubiesen sido establecidos con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, la Secretaría promoverá su remoción o adecuación, así como el manejo conjunto por parte de los propietarios o legítimos poseedores de predios colindantes que compartan poblaciones de especies silvestres nativas, en concordancia con otras actividades productivas, con el objeto de facilitar su movimiento y dispersión y evitar la fragmentación de sus hábitats.

Vinculación*: No aplica. No es un proyecto de recuperación de fauna silvestre. Sin embargo, contempla áreas verdes que promuevan la permanencia de aves y fauna de*

pequeñas dimensiones en el predio. No se prevé la habilitación de cercas o límites perimetrales del polígono, que sean totalmente impermeables para la fauna silvestre.

Art. 106. Señala la obligación de toda persona de reparar los daños a la vida silvestre o su hábitat de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Vinculación: *El proyecto mantendrá superficie de áreas verdes de conservación y verdes ajardinadas, las cuales contarán con especies vegetales nativas y suelo natural, que ayudarán a mantener la diversidad de la región, servirán como sitio de percha, alimentación y paso de fauna silvestre, de igual modo el suelo natural contribuirá al filtrado natural del agua pluvial.*

El diseño del proyecto contempla la implementación de infraestructura y acciones de prevención y mitigación que reduzcan la perturbación de la fauna durante el desarrollo de las actividades, como mantener el libre flujo de la fauna por el predio al no implementar bardas limítrofes totalmente impermeables y al conservar parte del predio con vegetación nativa y suelo natural, manteniendo así su función de sitio de paso, alimentación y descanso de fauna.

Antes de iniciar labores de construcción se realizarán actividades de ahuyentado, rescate y reubicación de fauna para que esta no se vea afectada, de igual modo estará estrictamente prohibido matar o extraer individuos de flora y fauna del sitio.

La conformación y distribución de las áreas verdes del desarrollo, por todas las secciones y/o etapas del polígono, coadyuvarán a la permanencia de hábitats naturales y la presencia de fauna silvestre.

Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido

Art. 29. Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

Niveles permisibles de ruido.

Peso bruto vehicular	Hasta 3,000 kg	De más de 3,000kg hasta 10,000kg	Más de 10,000 kg
NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)	79	81	84

Art. 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores... rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación: *La maquinaria y vehículos que se utilizarán durante las etapas de preparación del sitio y operación del proyecto, se les dará mantenimiento mayor/afinación de acuerdo con el plan de mantenimiento que incluya también el ajuste y/o reparación de piezas defectuosas que pudieran provocar ruido extraordinario.*

Se contempla que una vez realizado el mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada no se sobrepasarán los límites máximos permisibles de ruido que se establecen en las Normas Oficiales Mexicanas, en caso de que no suceda esto, se realizarán las adecuaciones necesarias para reducir las emisiones de ruido. De igual modo habrá un horario establecido para la operación de estos, de tal modo que no se rebasen el límite permitido en la emisión de ruido.

Siempre se trabajará en horario diurno, permitiendo los descansos en la noche. A su vez, los trabajadores que ocupen la maquinaria contarán con tapones auditivos para su protección.

La maquinaria, equipo y trabajos propios de la construcción generarán ruido, sin embargo, este será de forma temporal y se procurará tener los equipos y maquinaria en perfecto funcionamiento, a través del mantenimiento preventivo, de igual modo, únicamente se laborará en horarios diurnos y en jornadas laborales de máximo 8 horas, con lo cual se busca mantenerse dentro de los límites máximos permisibles.

Durante la operación del presente proyecto de lotificación y urbanización no requerirá de maquinaria fija que genere emisiones de ruido relevantes, únicamente se generará ruido por actividades propias de las amenidades, por lo tanto, no sobrepasarán los límites permisibles.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Art. 31. El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia federal, será evaluado por la secretaría y sujeto a la autorización de ésta… El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se inicia con la presentación del informe preventivo y/o manifestación de impacto ambiental y/o estudio de riesgo, así como los documentos que se soliciten, dependiendo de la obra o actividad que se pretende realizar.

Vinculación: *Se presenta ante la SEMARNAT la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto. En este documento se determinan los impactos potenciales al ambiente y se establecen sus respectivas medidas de prevención y mitigación.*

Art. 32. Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

XI.- La construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población.

Vinculación: *Cumpliendo con lo establecido en el presente artículo se somete a evaluación la manifestación de impacto ambiental por la lotificación y urbanización de un desarrollo inmobiliario habitacional en régimen de condominio.*

Art. 33. Para obtener la autorización de impacto ambiental a que hace referencia el artículo 31 de la presente Ley, los interesados deberán presentar un manifiesto de impacto ambiental y un programa general calendarizado, exceptuando de lo anterior los casos establecidos en el Reglamento de esta Ley en los que, por la magnitud o naturaleza de la

obra o actividad, se requiera de un Informe Preventivo. En todos los casos se deberá incluir la descripción de los posibles efectos de la obra o actividad en el ecosistema de que se trate así como los recursos naturales sujetos de aprovechamiento.

Vinculación: *Cumpliendo con lo establecido en el presente artículo se somete a evaluación el Manifiesto de Impacto Ambiental para el proyecto.*

Art. 57. Quienes realicen obras o actividades que contaminen o degraden los suelos o desarrollen actividades relacionadas con la exploración, explotación, extracción y aprovechamiento de materiales o sustancias no reservadas a la Federación están obligados a:

I. Fomentar prácticas y aplicar tecnologías que mitiguen o eviten los impactos ambientales negativos;

II. Implementar programas de restauración, rehabilitación o remediación de las áreas utilizadas o en su caso, de compensación del daño, de conformidad con el programa de abandono o al final de la vida útil del banco o cantera;

III. Salvaguardar los bancos y canteras mediante obras de contención, protección y estabilización de los taludes que resulten, y

IV. Obtener la autorización que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales si realizan explotación superficial, subacuática o subterránea.

Art. 78. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Ejecutivo del Estado establezca.

Art. 85. Quedan prohibidas las emisiones de ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. El Ejecutivo del Estado y los Ayuntamientos, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

Vinculación: *Considerando que la intensidad del ruido generado sea baja e intermitente, se prevé que los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles. De igual modo, las máquinas utilizadas estarán en buenas condiciones y recibirán mantenimientos de manera periódica para prevenir ruidos excesivos. Únicamente se realizarán trabajos de preparación del sitio y operación, y se utilizará maquinaria en horarios diurnos y por jornadas de máximo 8 horas.*

La permanencia de vegetación natural nativa en las áreas verdes de conservación del proyecto aportará a la reducción del nivel sonoro que pueda generarse hacia las colindancias del polígono.

Las emisiones de ruido se presentarán durante la etapa de construcción. Sin embargo, considerando que la intensidad sea baja y de manera intermitente, los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles. De igual modo, las maquinas utilizadas estarán en buenas condiciones y recibirán mantenimientos de manera periódica para prevenir

ruidos excesivos y únicamente se realizarán trabajos de construcción y se utilizará maquinaria en horarios diurnos, permitiendo descansos del ruido durante la noche.

Art. 95. Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

Art. 102. No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos, o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera, rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el Estado.

Vinculación: *Todos los vehículos y maquinaria que estén en funcionamiento durante la construcción del proyecto deberán estar sometidos a un programa de mantenimiento periódico para minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera. Recibiendo cambios de aceite y filtros y engrasamiento de sus partes para evitar la fricción.*

Art. 105. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Poder Ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el Reglamento de esta Ley.

Vinculación: *Durante la construcción del proyecto los vehículos y maquinaria empleada recibirán mantenimiento preventivo de manera periódica (aproximadamente cada 6 meses) con la finalidad de evitar fugas de aceites e hidrocarburos.*

Art. 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos…

Vinculación: *Estará estrictamente prohibido realizar la quema de residuos, así como la eliminación de residuos vegetales mediante quema o el empleo de productos químicos.*

Art. 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación conlleva la responsabilidad de su sistema previo a su uso, reusó o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

Vinculación: *La obra contará con sanitarios portátiles durante la construcción, a razón de uno por cada quince trabajadores, cuya limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa prestadora de servicios.*

Una vez entre en operación el proyecto contará con un biodigestor enterrado en cada lote, cuyo efluente será conducido a la PTAR del desarrollo, mismo que al final del tratamiento descargará a un pozo de absorción excavado en el terreno natural. El sistema recibirá mantenimiento de manera periódica y análisis de descargas por lo menos una vez al año para verificar que este cumpla con las normas aplicables.

Art. 113. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se deben observar cuando menos los siguientes criterios:

II. Minimizar la generación de residuos e incorporar tecnologías que eviten los daños ambientales y procedimientos para su reúso y reciclaje.

Vinculación: *Los vehículos y maquinaria empleada recibirán mantenimiento preventivo de manera periódica (aproximadamente cada 6 meses) fuera del polígono del proyecto, con la finalidad de evitar fugas de aceites e hidrocarburos.*

De igual modo, se aplicará un manejo integral de los residuos sólidos y líquidos (urbanos, manejo especial y peligrosos) evitando en todos los casos la disposición de estos directo al suelo natural, mediante la implementación de contenedores de plástico con tapa y etiquetas por tipo de residuo, así como un área para el almacenamiento de dichos contenedores y se buscará minimizar la generación de residuos sólidos urbanos mediante su separación y reciclaje de productos como cartón, PET, aluminio, etc. Asimismo, se evitará la quema de residuos.

Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Art. 19. Los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios con vivienda multifamiliar horizontal o vertical deberán contar con áreas verdes con cubierta vegetal arbolada para uso común de sus habitantes, en un porcentaje proporcional a lo estipulado para desarrollos habitacionales unifamiliares. Asimismo, deberán arborizar estas áreas con la vegetación nativa propuesta en la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán.

Vinculación: *El proyecto aplicará acciones de forestación o enriquecimiento vegetal de las áreas verdes y de conservación que se conformen como parte de su desarrollo, utilizando especies de vegetación nativa. Se tomará en consideración la propuesta de la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán.*

Art. 93. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

Art. 106. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, Diesel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a Diesel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.

Art. 109. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, serán sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.

Art. 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas Oficiales vigentes.

Art. 152. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de vehículos automotores que circulen en el estado y que utilicen gasolina, diésel biogás o gas licuado de petróleo como combustible no deberán exceder los niveles permitidos de emisiones establecidos en las Normas Oficiales vigentes.

Art. 153. Para los efectos de lo establecido en el artículo anterior, los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado deberán tomar las medidas que señale la secretaría, para asegura que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos.

Vinculación: *Todos los vehículos y maquinaria que estén en funcionamiento para el proyecto estarán sometidos a un programa de mantenimiento periódico para minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera. Se espera que la intensidad sea baja y de manera intermitente, por lo que, los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles.*

Art. 195. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a sistemas de tratamiento de aguas residuales que garanticen la reducción de contaminantes del agua residual, con respecto a los límites máximos permisibles en las Normas Oficiales Vigentes en la materia.

Vinculación: *La obra contará con sanitarios portátiles a razón de uno por cada quince trabajadores, cuya limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa prestadora de servicios. En su etapa de operación futura que implique la adquisición y desarrollo de cada uno de los lotes, el sistema de tratamiento planta de tratamiento modular, o equivalente en cada vivienda, lote o fracción; así como una planta de tratamiento de aguas residuales a la cual se enviarán las aguas tratadas del sistema individual de cada lote para asegurar aún más su adecuado control y disposición. El sistema, recibirán mantenimiento de manera periódica y análisis de descargas por lo menos una vez al año para verificar que este cumpla con las normas aplicables.*

Art. 209. En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.

Art. 210. Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaría y se fijarán de acuerdo con la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades, y deberá ser de, al menos, el 15 por ciento de la extensión total de la zona, o en su caso, se observará lo establecido en los ordenamientos específicos que establezcan porcentajes para dichas superficies.

Art. 211. El establecimiento de las áreas verdes es independiente y adicional a otras superficies establecidas en los diversos ordenamientos de desarrollo urbano. En el riego de áreas verdes, se utilizará únicamente agua pluvial capturada o aguas grises o negras tratadas para su reciclaje que cumplan con la NOM-003- SEMARNAT-1997.

Vinculación: *El proyecto mantendrá áreas verdes ajardinadas y de conservación, las cuales contarán con especies vegetales nativas y suelo natural, que mantendrán la diversidad de la región, servirán como sitio de percha, alimentación y paso de fauna silvestre, de igual modo el suelo natural contribuirá al filtrado natural del agua pluvial.*

Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Art. 26. Los residuos sólidos y de manejo especial que sean generados en el Estado, deberán ser gestionados conforme a lo dispuesto en esta Ley, su reglamento y demás disposiciones que resulten aplicables.

Art. 27. Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial:
I.- Separar y almacenar los residuos de acuerdo con la normatividad aplicable;
II.- Adoptar la cultura de la reutilización, reducción y reciclaje de los residuos;
III.- Aplicar las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas para el manejo integral de los residuos sólidos y de manejo especial;
IV.- Denunciar ante las autoridades competentes las infracciones contra la normatividad en materia residuos;
V.- Observar los planes y programas de manejo que se establezcan, y
VI.- Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales aplicables.

Artículo 31. Se prohíbe:
I.- Desechar residuos de cualquier especie en sitios no autorizados;
II.- Arrojar en recipientes de uso público o privado, animales muertos o parte de ellos o residuos que contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o aquellos que despidan olores desagradables;
III.- Quemar a cielo abierto cualquier tipo de residuos;
IV.- Establecer depósitos de residuos sólidos o de manejo especial, en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes;
V.- Extraer y clasificar cualquier residuo sólido o de manejo especial de cualquier sitio de disposición final, así como realizar labores de pepena fuera y dentro de dichos sitios; cuando estas actividades no hayan sido autorizadas;
VI.- Fomentar la creación, depósito o confinamiento de residuos en basureros no autorizados;
VII.- Diluir o mezclar residuos sólidos o de manejo especial con líquidos, para su vertimiento al sistema de alcantarillado, cuerpos de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal;
VIII.- Mezclar residuos sólidos y de manejo especial con residuos peligrosos, contraviniendo lo señalado en la Ley General, esta Ley, los planes y programas de manejo que se expidan;
IX.- Confinar o realizar el depósito final de residuos en estado líquido o con contenidos líquidos o de materia orgánica, que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas;
X.- Realizar todo acto u omisión que contribuya a la contaminación de las vías públicas y áreas comunes, o que interfiera con la prestación del servicio de limpia, y
XI.- Recibir los residuos de otros Estados para disponer de ellos.

Vinculación: *Se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite). Los*

residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser dispuestos como reciclaje.

Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos que se generen se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento de la presente Ley.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa especializada y autorizada para el servicio, que se encargará de su disposición final.

Los residuos que tengan potencial para el reciclaje-valorización (PET, Cartón, Aluminio) podrán ser colectados y enviados en centros de reciclaje; el resto serán transportados y dispuestos en el sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento. Por ningún motivo se permitirá o realizará la quema de residuos. Los contenedores empleados en la obra y las instalaciones contarán con tapa y rótulo para evitar su dispersión sobre el suelo natural.

Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Art. 42. Las personas físicas y morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo con los planes y programas que emitan las autoridades municipales, estatales y federales.

Art. 100. Toda persona que genere y maneje residuos, tendrá la responsabilidad de evitar la contaminación de los sitios que conlleve un riesgo a la salud humana y al equilibrio ecológico del medio ambiente.

Vinculación: *Durante la construcción se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser vendidos como reciclaje, para beneficio del personal.*

Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento de la presente Ley.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa especializada prestadora del servicio, que se encargará de su disposición final.

El proyecto prevé la elaboración de un programa o plan de manejo de residuos de manejo, incluyendo los residuos especiales, mismo que, en su caso, será sometido a dictamen de la autoridad estatal competente.

Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán

Art. 34. Actividades de reforestación. Las actividades de reforestación serán prioritarias en el estado y se procurará siempre que no tengan un efecto negativo sobre la biodiversidad del lugar donde se realicen…

Vinculación: *El proyecto contempla aplicar un programa de enriquecimiento vegetal en las áreas verdes de conservación. Estas acciones no tendrán efecto negativo sobre la biodiversidad puesto que considera solo especies nativas de importancia biológica y regional, propias del ecosistema.*

Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán

Art. 14. Es obligación de los habitantes del Estado, en materia de protección a la Fauna, lo siguiente:

I.- Proteger y respetar la vida de los animales;
V.- Respetar la Fauna Silvestre en su ambiente natural;
VII.- Contribuir para la sobrevivencia de la especie en los casos de peligro de extinción,

Art. 21. Se considera de interés público:

I.- Conservar, restaurar y fomentar el hábitat natural de la Fauna Silvestre que habita en el Estado;
V.- Proteger a la Fauna Silvestre y a sus refugios naturales de las acciones destructoras del ser humano y la naturaleza;
VI.- Proteger a la Fauna Silvestre de los actos u omisiones que provoquen crueldad o maltrato;
VIII.- Preservar la sobrevivencia de la especie con medios adecuados, para la conservación de fauna silvestre que se encuentren en peligro de extinción.

Vinculación: *Durante todas las etapas del proyecto se aplicarán acciones para proteger y respetar la fauna presente en el área de afectación del proyecto, como un programa de protección y rescate de fauna. Así mismo, mediante la permanencia de las áreas de conservación y las acciones de enriquecimiento vegetal o forestación, que favorecerá el ambiente natural de la fauna, contribuyendo a la sobrevivencia de las especies.*

Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán (última reforma D.O. 17-abril-2025)

Art. 2. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

II. Área de cesión para destino: la superficie que un desarrollador inmobiliario otorga a favor de la autoridad competente para infraestructura urbana, equipamiento urbano y, en su caso, área verde urbana.

VIII. Desarrollo inmobiliario: el bien inmueble que modifica sus características físicas y legales para constituir un desarrollo inmobiliario público o privado.

IX. Desarrollo inmobiliario privado: el bien inmueble que contiene unidades de propiedad individual y áreas comunes de propiedad conjunta, que se sujetará al régimen de propiedad en condominio.

XIII. División de lotes: el predio que se fracciona en lotes, con el fin de que éstos constituyan unidades de propiedad independientes.

XV. Equipamiento urbano: el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios públicos urbanos, con el fin de desarrollar actividades económicas, sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado y de abasto.

XXIII. Urbanización: la dotación de infraestructura urbana en los desarrollos inmobiliarios que permita su habitabilidad.

Vinculación: *el proyecto contará con área de PTAR y de almacenamiento temporal de residuos, que en conjunto conforman 456 m^2 (0.1%); vialidades (30,313.57 m^2; 7.36%), banquetas (6,037.81 m^2; 1.50%), áreas verdes ajardinadas (82,001.16 m^2; 19.92%) y vialidades internas (30,313.57 m^2; 7.36%). De modo que la infraestructura urbana, equipamiento urbano y área verde urbana prevista por el proyecto se conformarán en 149,122.11 m^2, lo que corresponde al 36.24% del predio. Estas áreas serán desarrolladas y mantenidas por parte del promovente u operador del desarrollo dado que se trata de un inmobiliario mixto privado.*

Al tratarse de un desarrollo inmobiliario privado, se contará con áreas comunes de propiedad conjunta y se sujetará al régimen de propiedad en condominio. El predio se fraccionará en lotes que se constituirán como unidades de propiedad independientes.

El equipamiento urbano del desarrollo consistirá básicamente en la dotación de servicios públicos urbanos a los lotes, tales como el agua potable (a futuro, porque de principio solo se prevé el abasto por pozo de la casa club y amenidades mayores), energía eléctrica y drenaje sanitario, así como iluminación pública (todo en la canalización de servicios en áreas de banqueta-vialidad), señalética vial, principalmente.

Además, entre el equipamiento urbano se contará con instalaciones para actividades económicas (en la casa club), sociales y culturales (tanto en casa club como en amenidades), deportivas (en amenidades de deporte y recreación-ejercicio) y comerciales-de abasto (en lotes de uso comercial mixto; en la casa club).

La habitabilidad del desarrollo consistirá en la dotación de vialidades permeables internas, energía eléctrica de baja tensión, plantas de tratamiento de aguas residuales, áreas de resguardo temporal de residuos sólidos urbanos, alumbrado público y señalización vial (parte del concepto urbanización del proyecto).

Art. 8. Los desarrollos inmobiliarios se clasifican en públicos y privados.

Vinculación: *el proyecto se conformará como un Desarrollo Inmobiliario Mixto Privado.*

Art. 8 Bis. Los desarrollos inmobiliarios privados, de acuerdo con sus características de edificación, podrán ser:

I. Verticales: aquellos edificados en varios niveles en un terreno común, con unidades de propiedad exclusiva y derechos de copropiedad sobre el suelo y demás elementos y partes comunes del inmueble para su uso y disfrute.

II. Horizontales: aquellos que se edifican de manera horizontal donde el condómino tiene derecho de uso exclusivo de parte de un terreno y es propietario de la edificación establecida en el mismo, pudiendo compartir o no su estructura y medianería, siendo titular de un derecho de copropiedad para el uso y disfrute de las áreas del terreno, construcciones e instalaciones destinadas al uso común.

III. Mixtos: aquellos formados por desarrollos inmobiliarios privados verticales y horizontales, que pueden estar constituidos en grupos de unidades de propiedad exclusiva como: edificios, cuerpos, torres, manzanas, secciones o zonas.

Vinculación: *el proyecto se conformará como un Desarrollo Inmobiliario Mixto Privado.*

Art. 9. Los desarrollos inmobiliarios previstos en esta ley, se clasificarán por su uso, en:

I. Habitacional: aquel cuyo uso de suelo es predominantemente para la construcción de vivienda.

II. Comercial y de servicios.

III. Industrial.

IV. Uso mixto.

La clasificación de uso mixto atenderá de manera proporcional a las clasificaciones por las que se componga.

Vinculación: *el proyecto se conformará como un Desarrollo Inmobiliario Mixto Privado.*

Art. 11. La división de lotes solo se autorizará para los predios que colinden con una vialidad pública legalmente constituida o con áreas y bienes de uso común, en caso de pertenecer al régimen de propiedad en condominio. …

Vinculación: *el promovente del proyecto obtendrá de la entidad competente la autorización de división de lotes, debido a que tal división si colinda con vialidad interna constituida (y el predio del proyecto colinda también con una carretera estatal de acceso). También algunos lotes colindarán con áreas de uso común.*

Art. 16. Los desarrollos inmobiliarios públicos, los privados horizontales y los mixtos contarán con áreas de cesión para destino donde se ubicará la infraestructura urbana, el equipamiento urbano y, en su caso, las áreas verdes urbanas que se destinarán para uso público, de acuerdo con los porcentajes y excepciones establecidas en esta ley y su reglamento.

El área de cesión para destino de los desarrollos inmobiliarios públicos será del 10% de la superficie del área bruta.

Dentro del área de cesión para destino señalada en el párrafo anterior, se deberá preservar un mínimo de 30% para área verde urbana. Estas superficies no podrán transferirse, enajenarse, concesionarse o utilizarse para fines distintos a la función ecológica de generar oxígeno y mantener el clima de la zona. El porcentaje referido no incluye la superficie de área verde urbana que deberá considerarse en las vialidades públicas, de acuerdo con la legislación aplicable en materia ambiental.

En el porcentaje restante del área de cesión para destino de los desarrollos inmobiliarios públicos se ubicará la infraestructura y equipamiento urbano señalados en el artículo 25 de esta ley.

Para los desarrollos inmobiliarios privados horizontales, el área de cesión para destino será del 7% de la superficie del área bruta.

En los desarrollos inmobiliarios señalados en el párrafo anterior, además de las áreas de cesión para destino, se deberá preservar, al menos, un 3% del área bruta del predio para áreas verdes de uso común. Estas superficies no podrán destinarse para fines distintos a los establecidos en esta ley y su reglamento. El porcentaje referido no incluye la superficie de área verde que deberá considerarse en las vialidades internas o externas, de acuerdo con la legislación aplicable en materia ambiental.

Tratándose de desarrollos inmobiliarios privados verticales, éstos deberán destinar, al menos, un 3% del área bruta del predio para área verde de uso común que se ubicará en el área desocupada respecto del coeficiente de ocupación de suelo. Cuando los desarrollos inmobiliarios a que se refiere este párrafo no se encuentren en zonas urbanizadas, de acuerdo con los instrumentos de planeación territorial respectivos, deberán otorgar, a través de recursos financieros, el equivalente al 7% del valor catastral actualizado de la superficie de su área bruta, en favor de la autoridad municipal competente.

Los desarrollos inmobiliarios privados mixtos deberán considerar las áreas de cesión para destino y áreas verdes de uso común de manera proporcional, según el tipo de desarrollo inmobiliario privado del que se compongan.

Cuando el área bruta de los desarrollos inmobiliarios sea menor a 15,000 metros cuadrados, la autoridad municipal podrá convenir con el desarrollador inmobiliario que las áreas de cesión para destino, correspondientes al 7% del área bruta del predio, sean cubiertas por medio de recursos financieros equivalentes, con base en el valor catastral actualizado.

En los desarrollos inmobiliarios públicos, con un área bruta igual o mayor a 15,000 metros cuadrados, el desarrollador inmobiliario deberá donar las superficies correspondientes. Tratándose de desarrollos inmobiliarios privados, la autoridad municipal podrá convenir con el desarrollador que estas superficies sean cubiertas por medio de recursos financieros equivalentes y, en caso de donarlas, éstas deberán ubicarse al exterior del desarrollo inmobiliario privado.

Para la captación y administración de los recursos financieros a que se refiere este artículo, la autoridad municipal deberá contar con el instrumento financiero necesario, conforme a lo dispuesto en la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán, la Ley de Gobierno de los Municipios del Estado de Yucatán y demás disposiciones aplicables. El instrumento financiero deberá garantizar que los recursos financieros captados se destinen exclusivamente a la adquisición de reservas territoriales para destinos de suelo y a la construcción de equipamiento urbano, infraestructura urbana y otros espacios o servicios públicos urbanos.

Las áreas de cesión para destino no podrán ser residuales ni estar ubicadas en zonas inundables o de riesgos, o presentar condiciones topográficas que no permitan su aprovechamiento en los asentamientos humanos. Asimismo, dichas áreas deberán ser acordes con los instrumentos de planeación territorial.

Los desarrollos inmobiliarios privados verticales que se encuentren localizados en zonas urbanizadas de conformidad con el instrumento de planeación territorial que corresponda, quedarán exentos de la obligación de otorgar áreas de cesión para destino.

Los desarrollos inmobiliarios que construyan y utilicen la infraestructura verde para reducir su impacto al medio ambiente, podrán ser beneficiados con incrementos en su potencial de zonificación, de conformidad con lo que dispongan los instrumentos de planeación territorial aplicables, la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán y los acuerdos de facilidades fiscales y administrativas que expidan las autoridades para tal efecto. La infraestructura verde no podrá ser utilizada para cubrir el porcentaje requerido de área verde urbana y área verde de uso común en los desarrollos inmobiliarios.

Vinculación: *El desarrollo inmobiliario será de tipo privado mixto, por lo que contará con áreas para infraestructura urbana, equipamiento urbano y áreas verdes urbanas para uso público, de modo que se pueden considerar de cesión para destino, en superficies y porcentajes que se describen en la vinculación para el Art. 2 de este mismo instrumento: área de PTAR y de almacenamiento temporal de residuos, 456 m^2 (0.1%); vialidades 30,313.57 m^2 (7.36%); banquetas 6,037.81 m^2 (1.50%); áreas verdes ajardinadas 82,001.16 m^2 (19.92%) y vialidades internas 30,313.57 m^2 (7.36%). De modo que la infraestructura urbana, equipamiento urbano y área verde urbana prevista por el proyecto se conformarán en 149,122.11 m^2 (36.24% del predio).*

El proyecto tendría un área de cesión para destino equivalente que correspondería al 36.24% del predio para la infraestructura urbana, equipamiento urbano y área verde urbana.

El área bruta del predio para áreas verdes de uso común corresponde al 19.92% del total sin incluir la superficie de área verde en las vialidades.

Estas áreas no son residuales ni están ubicadas en zonas inundables o de riesgos, ni presentan condiciones topográficas que no permitan su aprovechamiento.

El desarrollo inmobiliario contará con 30.51% de la superficie del polígono para área de conservación y con 19.92% de la poligonal total para área verde ajardinada.

Art. 25. La solicitud de la licencia de urbanización para los desarrollos inmobiliarios se presentará por escrito o por los medios electrónicos dispuestos por la autoridad municipal competente, conforme con lo establecido en esta ley, su reglamento, los reglamentos municipales en su caso y las demás disposiciones legales y normativas aplicables.

La solicitud de la licencia de urbanización contendrá, según el tipo de desarrollo inmobiliario de que se trate, la programación para la construcción de la infraestructura urbana correspondiente y, además, como mínimo, lo siguiente: …

Vinculación: *El proyecto solicitará y obtendrá la licencia de urbanización para desarrollo inmobiliario ante la autoridad municipal competente.*

Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

Art. 6. Los proyectos de los Desarrollos Inmobiliarios deberán observar y prever facilidades urbanísticas y arquitectónicas adecuadas a las necesidades de las personas con alguna discapacidad o de edad avanzada a fin de facilitar a éstas el libre tránsito y desplazamiento.

Art. 7. Para la construcción de las viviendas, se deberán respetar las restricciones de alineamiento para la construcción de áreas habitables que será de al menos 5 metros contados del límite de la acera contiguo a la propiedad para estacionamiento; los Desarrollos inmobiliarios que no contemplen el cumplimiento de esta restricción en su proyecto de lotificación, deberán contar con áreas para el estacionamiento para vehículos, los cuales deberán ser suficiente para albergar 2 vehículos por vivienda.

Art. 9. En los Desarrollos Inmobiliarios la superficie mínima del Lote Unifamiliar será de 7.00 metros de frente y 133 m^2 metros cuadrados de extensión; en los lotes ubicados en esquina o cabeceros, el frente y la superficie se incrementará en función del diseño de los chaflanes establecidos en este Reglamento, y en ningún caso podrán considerarse los chaflanes dentro del frente previsto en este artículo.

Art. 10. En los Desarrollos Inmobiliarios, los Lotes ubicados en esquina o cabeceros y las banquetas deberán contar con chaflán. El trazo para el chaflán conformará un triángulo isósceles cuya base no sea menor a 2.82 metros. Se podrá sustituir el uso de chaflanes por remates curvos siempre que éstos garanticen la misma visibilidad proporcionada por los chaflanes, de acuerdo a lo establecido en el Anexo Técnico de este Reglamento.

Art. 11. Todos los Lotes de un Desarrollo Inmobiliario sin excepción, deberán colindar directamente con la vía pública.

Art. 12. En los Desarrollos Inmobiliarios la distancia máxima entre dos vialidades será de 150 metros.

Art. 13. Los Desarrollos Inmobiliarios previstos en la Ley, únicamente podrán realizarse previo el cumplimiento de los requisitos de autorizaciones, licencias o permisos a que se refiere la Ley, este Reglamento y demás disposiciones legales en la materia.

Art. 14. El propietario de un Lote sobre el cual conste una autorización de constitución de Desarrollo Inmobiliario de cualquier tipo previsto en la Ley, es responsable de las acciones u omisiones que se susciten en la ejecución del mismo.

Vinculación: *El proyecto contempla las condiciones establecidas en cada uno de los puntos del Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios de Yucatán.*

Art. 28. Los desarrollos inmobiliarios se integrarán a la estructura vial existente, en cuanto a la sección de las vialidades y las banquetas, según lo determine la Dirección.

Art. 109. Todos los Desarrollos Inmobiliarios deberán contar con Área de Destino en la que se incluirá el Área de Equipamiento Urbano, la Infraestructura Urbana y las Áreas verdes; ésta nunca podrá ser menor al 10% del Área bruta y la superficie requerida estará en función de la población del proyecto de acuerdo con el Anexo Técnico del presente Reglamento, en la sección relativa a Áreas de Destino.

Art. 110. Las Áreas de Destino para Equipamiento Urbano, Infraestructura Urbana y Áreas verdes, deberán ubicarse dentro del Desarrollo Inmobiliario, considerando la jerarquía urbana y el rango de servicio que éstos prestarán a los habitantes, ya sea de escala vecinal, de barrio, de colonia, de distrito urbano y ciudad; igualmente deberán ubicarse en las vialidades que corresponda según su jerarquía. No deberán concentrarse en un solo lote a menos que por las dimensiones del Desarrollo Inmobiliario se requiera. Se aceptarán como Área de Equipamiento Urbano, aquellas que tengan las dimensiones mínimas para la construcción de estos, conforme a lo establecido en el presente Reglamento en su anexo técnico y demás normativa que emitan las autoridades municipales, estatales y federales en la materia.

Art. 119. El Desarrollador Inmobiliario tendrá la obligación de mantener los árboles en las Áreas verdes, banquetas y camellones como lo establece el artículo 118 de este Reglamento, así como otros elementos naturales que por sus características signifiquen un beneficio ecológico. Los árboles para reforestar deberán de ser nativos de la región o exóticos recomendados en este Reglamento. En caso de remoción de algunos árboles, previo permiso específico del Área de ecología municipal o de la autoridad municipal encargada de este servicio, el propietario deberá plantar otros árboles, que reúnan las características indicadas por la autoridad mencionada, en proporción de 2 a 1 en el lugar que indique la misma autoridad.

Art. 124. Las áreas verdes, banquetas y camellones deberán ser entregados al Ayuntamiento con las plantas y árboles de la región, así como con la toma de riego correspondiente, independiente del sistema de agua potable.

Los camellones deberán entregarse con árboles, recomendados en el artículo 127 de este Reglamento, plantados a ocho metros de distancia cada uno, asimismo deberán acondicionarse con campos de infiltración de aguas pluviales.

Art. 125. No se contabilizarán dentro del porcentaje de áreas verdes las ubicadas en camellones.

Art. 126. No se contabilizarán dentro del porcentaje de áreas verdes las ubicadas en las banquetas.

Art. 127. Los árboles de la región recomendados para sembrar en banquetas y camellones son los siguientes:

I. Árboles de gran porte: son aquellos que pueden alcanzar alturas superiores a los 20 metros y más de 30 centímetros de diámetro en el tronco a la altura del pecho, se recomienda se trasplanten en Áreas alejadas de cables de electricidad, en banquetas de 2 metros o más y con pocetas de 1metro de profundidad;

II. Árboles de porte regular y pequeños: son aquellos que generalmente crecen menos de 15 metros y desarrollan diámetros a la altura del pecho menores a 30 centímetros deben de contar con pocetas de 1 metro o menos de profundidad;

III. Árboles exóticos: aunque no son nativos de la región se ha comprobado que no son perjudiciales, y

IV. Palmeras: en razón de su facilidad para el crecimiento, la sombra que llegan a proporcionar y su belleza escénica.

Art. 140. Será obligación de los adquirientes de lotes o viviendas de un Desarrollo Inmobiliario, el respetar los usos de suelo de acuerdo con el programa de Desarrollo urbano vigente del municipio al que pertenezcan y en caso de no existir, a los usos autorizados por autoridades encargadas del Desarrollo urbano en el municipio.

Art. 146. En los Desarrollos Inmobiliarios el alumbrado público deberá de utilizar lámparas ahorradoras de energía eléctrica que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas.

Art. 147. El drenaje pluvial en los Desarrollos Inmobiliarios donde existan avenidas serán a base de campos de infiltración en los camellones y en los otros tipos de vialidades será a base de pozos colectores y rejillas, la profundidad de los pozos no deberá de exceder los 3 metros de profundidad.

Vinculación: *El proyecto contempla áreas verdes de conservación en un total del polígono del proyecto que cumplirá con este reglamento. Estas áreas estarán distribuidas en continuidad como polígono de conservación y como polígono de áreas verdes ajardinadas.*

Este desarrollo contará con fracciones habitacionales, mismos que tendrán dimensiones individuales variables. Todos estos lotes colindarán directamente con alguna vialidad interna del desarrollo.

El diseño del proyecto integrará o comunicará las vialidades internas a la estructura vial existente (acceso) conformado por la carretera adyacente (ver plano en anexos técnicos).

En las áreas verdes de conservación, los árboles presentes se mantendrán. En las áreas susceptibles de reforestar, se ocuparán solo especies vegetales nativas de la región y/o de importancia biológica regional.

Las áreas verdes y banquetas del desarrollo contarán con plantas y árboles de la región. Se conformará el riego correspondiente a través de agua tratada y la colectada en aljibes.

Respecto de la distancia entre plantas en las acciones de forestación, se atenderán en el diseño final y siembra de las áreas verdes y vialidades.

Se obtendrán las autorizaciones, licencias o permisos correspondientes que requiere el proyecto por parte del municipio en su ámbito de competencia, lo cual permitirá desarrollar cada lote-fracción y este propio proyecto conforme a los lineamientos o instrumentos normativos de la localidad.

Se prevé que para el alumbrado público se utilicen lámparas ahorradoras de energía eléctrica. Asimismo, el drenaje pluvial que sea necesario habitar será a base de pozos colectores y rejillas con profundidad de pozo de hasta 3 m conforme a este reglamento.

II.1.2. Normas Oficiales Mexicanas

II.1.2.1. Calidad del agua residual

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Vinculación: *Durante la preparación del sitio y construcción se emplearán letrinas portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores. Las aguas sanitarias generadas de esta forma serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Durante la operación del proyecto se contará sistema planta de tratamiento modular para cada lote, o equivalente en cada lote, cuyo resultante se enviará a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con sistema de cloración como tratamiento terciario.*

Se obtendrá el permiso de descarga emitido por la CONAGUA. Periódicamente se realizarán los análisis de calidad de las descargas para evidenciar el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

II.1.2.2. Calidad del aire

NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

Vinculación: *El proyecto ejecutará los programas de mantenimiento para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la implementación del proyecto, con la finalidad de no sobrepasar los límites máximos de contaminación al aire permitidos. Se buscará minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera a través de tales mantenimientos preventivos y correctivos, recibiendo cambios de aceite y filtros y engrasamiento de sus partes para evitar la fricción.*

II.1.2.3. Residuos Peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación: *Se contará con la supervisión ambiental, así como programas de mantenimiento de vehículos y maquinaria que prevengan posibles fugas de aceites. Se contará también con procedimientos de manejo de residuos peligrosos que se puedan generar durante la construcción, como lo pueden ser aceite lubricante de maquinarias, filtros de aceites y sólidos impregnados con aceites. Esto con el fin de evitar y prevenir la mezcla de residuos incompatibles.*

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Vinculación: *Se contará con mecanismos de contención de derrames y fugas de hidrocarburos como charolas de contención para la maquinaria que opere en sitio.*

El mantenimiento a los vehículos y maquinarias será únicamente en taller mecánico externo, a menos de una situación de fuerza mayor provoque o requiera acciones de reparación urgente en el predio.

En el caso de los residuos líquidos como aceite e hidrocarburos, así como los impregnados con hidrocarburos como pueden ser las franelas, estopas, tierra, etc., estos serán almacenados en el almacén temporal de residuos peligrosos que cuente con contención y suelo impermeable, para posteriormente ser dispuestos según se establece en la norma, mediante personal capacitado y autorizado para su recolección, traslado y disposición final, quienes harán entrega de un manifiesto de recolección, transporte y disposición final el cual servirá de evidencia de la correcta disposición final de los residuos.

El acopio de estos residuos será conforme a su tipo, evitando la mezcla de sólidos y líquidos, así conforme a su compatibilidad. En los casos de derrames o fugas mayores, se procedería a la aplicación de un programa de restauración y/o remediación del suelo. En caso de goteos o fugas menores, se procedería al retiro total del suelo o sustrato impregnado, mismo que será manejado como residuo peligroso. Ningún equipo o maquinaria que provoque derrames de hidrocarburo se mantendrá en el área para operación.

II.1.2.4. Ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su forma de medición.

Vinculación: *Los vehículos y maquinaria estarán sometidos a un mantenimiento periódico, el cual incluirá afinaciones y cambio de piezas en caso de que no estén en buenas condiciones, todo esto con el propósito de evitar que se rebasen los límites máximos de contaminación acústica permitidos, los cuales son establecidos en estas normas. De igual modo el uso de estos vehículos y maquinaria únicamente se realizará en horarios diurnos, permitiendo descansos durante la noche. Se aplicarán mantenimientos de cambios de aceite y filtros, así como engrasamiento de sus partes para evitar la fricción.*

II.1.2.5. Recursos naturales

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación: *Quedarán terminantemente prohibidas las actividades que afecten de manera directa o indirecta a las poblaciones de flora y fauna silvestres al interior del predio y sus colindancias (a excepción de las áreas solicitadas en este estudio para la implementación de infraestructura). Las áreas verdes se mantendrán en condiciones naturales y serán revegetadas con especies vegetales nativas que fomenten el uso del sitio por la fauna silvestre.*

Durante las actividades de preparación del sitio previstas por el proyecto, en caso de encontrarse fauna esta será rescatada y reubicada a las áreas verdes. Se realizará el rescate de vegetación en las áreas de obras de la lotificación y urbanización, considerando las especies susceptibles de esto.

II.2. Análisis de los instrumentos de planeación aplicables a la zona del proyecto

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) divide el territorio en Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en las que se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial, se establecen criterios para el manejo de los recursos ambientales, orientados a un desarrollo hacia la sustentabilidad.

De acuerdo con este programa, el predio donde se ubicará el proyecto se encuentra inmerso en la UGA denominada **DZE08-SEL_C3**. En esta UGA, la política es de Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad.

Respecto del uso de suelo en la zona, se registran en la UGA siete usos actuales: aprovechamiento doméstico de flora y fauna (2); apicultura (3); agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo (8); agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales) (9); agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato) (10); ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros (11); y extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos (16). Es evidente que entre los usos tradicionalmente más extendidos en la UGA se encuentran los sistemas productivos agropecuarios diversos.

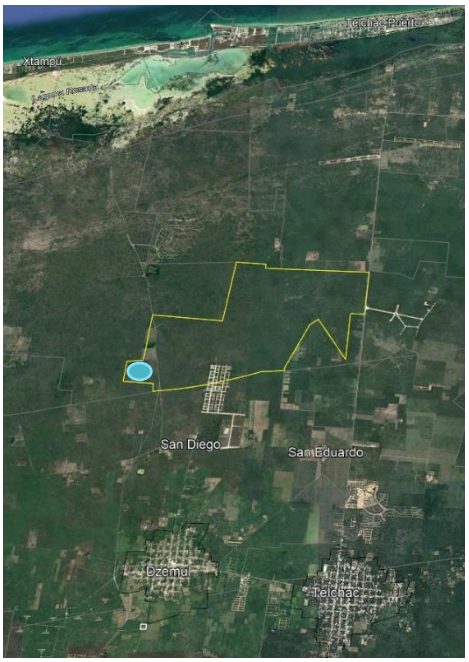

Figura II.1. Localización general del polígono del proyecto (en azul), en el contexto de la UGA **DZE08-SEL_C3** (polígono amarillo) del POETCY.

Son usos declarados No Compatibles en la UGA: la pesca de consumo doméstico o pesca deportiva; agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato); extracción artesanal de sal o artemia; extracción industrial de sal; extracción de arena; extracción industrial de piedra o sascab; industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua; industria semipesada y pesada; campos de golf; sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos; y desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

Por otra parte, son usos **Compatibles** para esta UGA, los siguientes:

- Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
- Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
- Apicultura.
- Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
- Acuacultura artesanal o extensiva.
- Acuacultura industrial o intensiva.
- Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
- Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
- Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
- Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
- Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
- Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
- **Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).**
- **Vivienda Unifamiliar**.

- **Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).**
- **Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.**
- Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
- Industria eoloeléctrica.

Como se aprecia, los usos de suelo pretendidos por el presente proyecto no se contraponen a las políticas y usos compatibles determinados por esta UGA, dado que se contará con amplias áreas para preservación de las condiciones naturales del terreno (en las áreas verdes de conservación protegidas de la poligonal y en las áreas verdes ajardinadas); en estas áreas verdes se fomentarán acciones recreativas y paisajísticas, de muy bajo impacto, tales como senderos interpretativos y observación de fauna. Así mismo, dado que se conformarán lotes de vivienda y comerciales, en un desarrollo inmobiliario de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán. También, al menos un lote será para hotel tipo villas y las amenidades en armonía o congruencia con el paisaje del sitio. De manera que, conforme a los criterios y directrices establecidas en el Ordenamiento Ecológico, el proyecto es viable y no se contrapone a las políticas de uso de suelo en la zona.

En los anexos técnicos de esta Manifestación, se adjunta la Factibilidad Urbano Ambiental para el proyecto, dictaminado como Viable por parte del Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial del Estado de Yucatán (IMDUT).

A continuación, se presenta la aplicación de los criterios y recomendaciones de manejo para dicha UGA, aplicables al proyecto, con respecto al objetivo central del presente estudio. Los criterios de regulación ecológica aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental son los números 5, 8, 11, 13, 25, 27, 28, 29, 35, 39, 40, 41, 45, 46, 52, 55, 57, 58, 61, 62 y 65.

Tabla II.1. Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA “DZE08-SEL_C3” del POETCY y su vinculación con el proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.
El presente proyecto prevé infraestructura para extracción de agua del subsuelo en la etapa de operación, consistente en un pozo de aprovechamiento en la zona de la casa club del desarrollo.	

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
El agua para la construcción del proyecto se obtendrá de prestadores de servicios que trasladarán el insumo al sitio para su resguardo y uso. El agua provendrá de fuentes existentes autorizadas. *Parte del agua que de proveerá al proyecto provendrá del sistema de captación de lluvia que se instalará, particularmente para el riego de áreas verdes ajardinadas. Esta agua pluvial provendrá de bajantes de la casa club y del almacenamiento del agua de cambio de la laguna artificial.* *El proyecto de extracción máxima de agua será de hasta 2 l/s. En caso de requerir más pozos de aprovechamiento a futuro, se realizarán las gestiones correspondientes ante la CONAGUA. En todo caso, los pozos serán ubicados a distancias definidas en dichas autorizaciones emitidas por la Comisión.* *En su oportunidad, se presentaría a la CONAGUA el estudio geohidrológico detallado del predio que permita incrementar la extracción hasta los 10 l/s en caso que la capacidad del acuífero lo permita.* *Como parte del proyecto se prevé un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero, según las directrices y condicionantes que emita la Comisión Nacional del Agua.*	
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas.
En presente proyecto no cuenta con cobertura ni colinda con sabana. En el predio y las colindancias existe vegetación de selva caducifolia secundaria y pastizal cultivado (del uso agropecuario en la zona).	
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.
El proyecto no prevé la delimitación física del polígono por barda totalmente cerrada como parte de las acciones descritas. La lotificación del polígono no incluye su delimitación física con obstáculos para el desplazamiento de la fauna silvestre. En los casos necesarios se utilizaría alambre de púas para delimitar el perímetro. El proyecto cuenta con una zona de conservación que funciona como área de transición entre el perímetro-colindancias y las obras del desarrollo. *El polígono de conservación del proyecto no estará separado de las colindancias mediante bardas o límites infranqueables para la fauna, sino por elementos estructurales que permitan el paso selectivo de fauna. La delimitación física de los lotes ocurrirá solo donde se conformarán las casas. El área de conservación estará libre por lo cual la fauna podrá tener acceso al polígono del desarrollo; además que se prevén pasos de fauna. Éstos estarán divididos según el grupo de animales. Ver el desarrollo de estos lineamientos en el Capítulo IV de esta Manifestación.*	
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.
En el polígono del proyecto no se detectan cavernas, cenotes o manantiales. En todo caso, no se prevé el aprovechamiento de cualquier cuerpo de agua potencial en el predio.	

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
Por su configuración natural, el predio presenta oquedades que pueden acumular agua en temporada de lluvias, pero no se trata de cenotes o cavernas.	
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.
El proyecto considera la elaboración y aplicación de un programa integral de manejo de residuos sólidos. En los anexos técnicos de esta Manifestación, se presenta el programa de manejo de residuos, que, si bien es general, aporta los lineamientos base para el desarrollo y presentación ante autoridad para visto bueno, de dicho programa integral. *Como se observa en las diversas descripciones, en el capítulo de medidas de prevención y mitigación, así como en el propio programa de manejo de residuos anexo, se prevé como parte del proyecto el manejo integral de residuos sólidos.*	
27	Se considera compatible con el ecosistema, la instalación de infraestructura para pernocta de turismo de bajo impacto, siempre y cuando se construya sobre pilotes de madera que permitan el flujo hidrológico y el paso de la fauna silvestre, los cuales solo podrán ser construidos con materiales biodegradables. Estos proyectos deberán considerar la inclusión de sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos, así como sistemas de energía alternativa.
En el predio no se detectan cuerpos de agua superficiales permanentes ni temporales. Tampoco se detectan escorrentías relevantes. No obstante, sí se trata de terrenos inundables en algunas porciones bajo intemperismos severos por su consistencia de laja a muy baja profundidad. En este sentido, el proyecto no interrumpiría flujos hidrológicos. La profundidad del manto freático (nivel estático) es aproximadamente a 5-6 m, por lo que las cimentaciones diversas previstas no la afectarán. *Sin embargo, en las áreas inundables del terreno, las obras se construirán sobre pilotes que permitan el flujo hidrológico y el paso de la fauna silvestre. No se trata de una zona costera o con inmediación de ciénaga o mar.* *El proyecto incluye sistemas de tratamiento de aguas residuales consistentes en un sistema SITAR DLD14 con registro de cloración en cada lote del desarrollo. Posteriormente este efluente se canalizará hacia la PTAR del desarrollo para su tratamiento y disposición final mediante pozo de absorción.* *Se cuenta para el proyecto con el adecuado manejo de residuos sólidos, incluso con planes de manejo específicos. En los casos aplicables se obtendrá la autorización o visto bueno de la autoridad competente.* *Se cuenta con un programa de generación de energías limpias o alternativas, de modo que este apartado se encuentra previsto.*	
28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas, silvopastoriles o agroforestales que permitan evitar la erosión de los suelos y mantener su fertilidad, fomentar el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo, racionalizar el uso de agua y la aplicación de agroquímicos. Se privilegian aquellas actividades que favorezcan la producción orgánica. Se recomienda la adopción de prácticas de roza, tumba y reincorpora que promueve la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La actividad porcícola no está permitida dada la vulnerabilidad del

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
	territorio a la contaminación y a la falta de suelos adecuados para tal fin. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad forestal deberá someterse a evaluación de impacto ambiental y contar con programa de manejo autorizado.
El proyecto actual no considera actividades agropecuarios ni forestales. El polígono fue anteriormente un rancho ganadero, el cual no funciona actualmente. *En las áreas de conservación y verdes ajardinadas del proyecto se impedirá la erosión de los suelos dada la permanencia intacta del sustrato y vegetación del sitio. Se fomentará el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo en dichas áreas por la incorporación de residuos vegetales triturados y suelo mezclado con lodos de la PTAR (siempre que se encuentren dentro de los LMP de la NOM-004-SEMARNAT vigente). El agua para riego provendrá de las captaciones pluviales y de agua de recambio de la laguna artificial. No se aplicarán agroquímicos.*	
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.
El proyecto prevé actividades recreativas en las áreas verdes y amenidades, tales como caminatas, jogging, senderos interpretativos, un mirador en forma de faro en la casa club y observación de fauna.	
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.
El proyecto incorporará únicamente especies vegetales nativas, endémicas y del tipo de ecosistema en la conformación de las áreas verdes y/o ajardinadas del desarrollo.	
39	La construcción de nuevos caminos, así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua.
El proyecto considera la construcción de caminos internos permeables (material de banco compactado) en el polígono. No se localiza en áreas de sabanas, lagunas y manglares, por lo que flujos hidrológicos en éstas no serán afectadas. *En zonas inundables temporales del terreno, estos caminos internos contarán con drenes o pasos de agua, así como pozos pluviales.*	

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
Dado que el acceso al polígono ocurrirá mediante la carretera estatal existente, no será necesaria la construcción de nuevas vialidades públicas.	
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.
El proyecto no aplicará fuego para ninguna acción.	
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
El proyecto no considera el aprovechamiento de especies silvestres. De hecho, se aplicarán medidas para prevenir afectaciones a las especies presentes en el área de trabajo.	
45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).
El proyecto no considera acciones de tipo agropecuario. El uso previo del predio fue de rancho, pero el proyecto actual mantendrá extensas áreas con suelo y vegetación naturales. De hecho, las áreas de conservación se conformarán donde se ha identificado el mejor desarrollo o recuperación de la comunidad vegetal (ver plano del proyecto con áreas de conservación y verdes ajardinadas).	
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo proyectado de aprovechamiento. En el caso de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.
El proyecto no considera la extracción o aprovechamiento de material pétreo. En el proceso constructivo, el material suelo suelto y piedras-rocas que se generen, se mantendrán en términos generales en el predio en las áreas de nivelación. Los excesos se enviarán a sitios que requieran restauración ecológica, tal como un banco de material en proceso de abandono. En ningún caso se implementará en sitio la extracción de piedra con fines comerciales.	
52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
	de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.
El proyecto no considera aprovechamiento cinegético alguno. Se aplicará incluso un programa de protección y rescate de fauna silvestre presente en el predio y que sea susceptible de afectación.	
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
El proyecto no considera descargas de aguas residuales sin tratamiento. Las aguas grises y negras provenientes de los baños serán enviadas a la planta de tratamiento de aguas residuales que incorporará el proyecto, mismo que contará con el correspondiente permiso emitido por la CONAGUA. Asimismo, cada lote contará con una planta de tratamiento modular tipo SITAR DLD14 con registro de cloración, cuyo efluente se conducirá a la PTAR del desarrollo. *Durante las acciones de preparación del sitio y construcción del presente proyecto, las aguas sanitarias residuales se controlarán y manejarán mediante sanitarios o letrinas portátiles, que serán limpiadas y sanitizadas por la empresa proveedora del servicio.*	
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.
El presente proyecto no considera descargas de aguas residuales sin tratamiento. Durante la preparación del sitio y construcción, las aguas sanitarias residuales se controlarán y manejarán mediante sanitarios o letrinas portátiles, que serán limpiadas y sanitizadas por la empresa proveedora del servicio. En la operación se contará con tratamiento integral de las aguas residuales generadas. *Durante la operación se prevé la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales. Se contará de hecho con aljibes para captación de agua de lluvia para riego, particularmente en la zona de la casa club y de la laguna artificial se implementarán estructuras para almacenamiento de agua pluvial y de recambio de agua de laguna.* *El sistema de tratamiento de aguas residuales que se implementará tiene la capacidad para tratar tanto las aguas negras como las grises.*	
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.
El presente proyecto no realizará el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes, pesticidas o cualquier otro químico.	

Criterios de Regulación Ecológica y su Atención	
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.
El presente proyecto no considera la construcción de rellenos sanitarios o estaciones de transferencia de residuos. Se contará con un almacén temporal de residuos que cumpla con la normatividad en la materia, de modo que no se dispersen los residuos, se controlen olores, no se formen lixiviados, no se fomente fauna nociva, etc., retirando oportunamente los residuos para su disposición final en el sitio autorizado por el municipio.	
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100 m.
El presente proyecto no considera la conformación de sitios de disposición final de residuos. Tampoco existen cuevas, grutas o cenotes en el predio.	
65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnia, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.
El presente proyecto no corresponde al giro industria eléctrica fotovoltaica ni eólica.	

Se considera que el proyecto pretendido es congruente con los lineamientos y políticas del ordenamiento, cumpliendo con los criterios de regulación ecológica aplicables.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)

Se revisa a continuación la vinculación del proyecto con el POETY dado que el polígono de interés queda inmerso en el área de aplicación y regulación de este ordenamiento. El predio del proyecto se encuentra ubicado en el área de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con clave **UGA021-PRES-BAC**.

Se tiene para esta UGA una política de Preservación, con los lineamientos ambientales de preservar 138.4 km^2 de la vegetación forestal conservada, mediante el desarrollo de actividades de bajo impacto, y de esta forma mantener la recarga de acuíferos y garantizar a largo plazo la conservación de la biodiversidad.

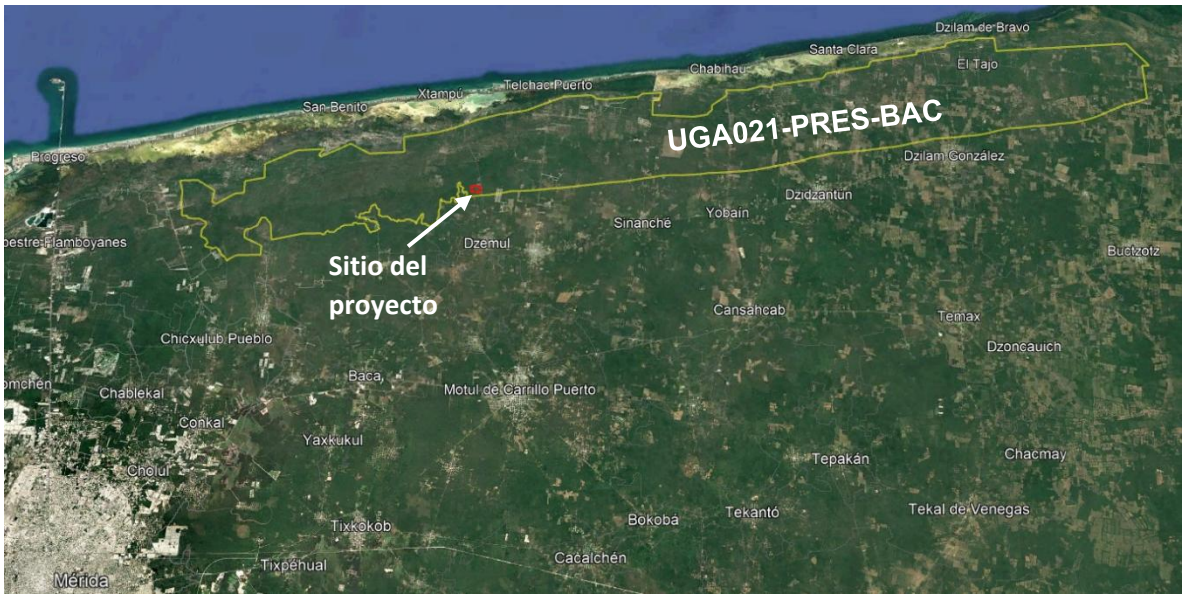

Figura II.2. Localización del polígono del proyecto en el contexto de la **UGA021-PRES-BAC** del POETY.

Tabla II.2. Usos, políticas y criterios ecológicos y de manejo aplicables a la UGA **UGA021-PRES-BAC** del POETY.

Usos	Criterios del Sector	Criterios Generales
Compatible: Apicultura	Actividad no prevista por el proyecto (No prevista).	1, 2, 3, 4, 5, -, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Condicionado: Energía eólica Milpa maya Turismo de naturaleza	 **1, 2, 4, 5, 6** **1, 2** **1, 3**	
Incompatible: Acuacultura de agua dulce Acuacultura salobre Agricultura tecnificada Agricultura extensiva Energía fotovoltaica Infraestructura Forestal Industrial Minería no metálica Pecuario bovino Pecuario porcino Pecuario avícola Pesca Turismo de sol y playa Turismo convencional Asentamientos humanos	 No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista No prevista	

A continuación, se describen los criterios y recomendaciones de manejo aplicables a esta UGA.

Tabla II.3. Criterios generales para la UGA021-PRES-BAC.

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
1.	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.
Durante la construcción del proyecto se rentarán letrinas portátiles, de las cuales el proveedor hará la limpieza y remoción de las aguas negras. Las calles internas que se construirá serán permeables y contarán con drenaje pluvial en los casos necesarios. Así mismo, para la operación del Desarrollo se implementará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Adicionalmente, cada lote contará con un sistema de tratamiendo modular, o un biodigestor adecuado, o equivalente; cuyo efluente será conducido a la PTAR. El drenaje pluvial estará separado del sanitario.	
2.	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.
Durante las distintas etapas del proyecto se contempla el correcto manejo de los residuos. *Todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de material pétreo, de vegetación y suelo; escombro) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser manejados como reciclaje.* *Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con la normativa aplicable.* *Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa autorizada para prestar el servicio, que se encargará de su disposición final.* *Cabe indicar que la recolección de residuos correrá a cargo del municipio en colaboración del promovente, para lo cual se establecerá el convenio correspondiente de apoyo, por lo que puede considerarse que el traslado ocurrirá en la práctica por medios propios.* *La disposición final de los residuos sólidos urbanos será en un sitio de disposición autorizado por el municipio.*	
3.	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.
Los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa autorizada del servicio, que se encargará de su disposición final. Se contará con el programa de manejo	

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
de residuos de manejo especial, así como con el visto bueno de la Secretaría de Desarrollo Sustentable.	
4.	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en l/s de cada pozo.
El proyecto requiere el abastecimiento de agua subterránea mediante un pozo (al menos de inicio en esta etapa de lotificación y urbanización). El agua potable para la construcción se obtendrá de terceros con fuente existente autorizada y se almacenará en cisternas. *El proyecto contará con el permiso de descarga correspondiente para su pozo de absorción parte de la PTAR.* *El predio del proyecto no se encuentra cerca de humedales, ni de ecosistema costero, encontrándose en zona de selva baja secundaria.* *En su momento, la gestión y obtención del título de concesión y permiso de descarga ocurrirá ante la CONAGUA. En este trámite se evidenciará que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua; así como su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en l/s de cada pozo. De hecho, se cuenta actualmente con el estudio de Exploración Geotécnica (Estudio de Mecánica de Suelos) para el proyecto, que incluye sondeos que determinan que el nivel del manto freático es de 5.5 m de profundidad (ver anexos técnicos).* *Para esta etapa del desarrollo (lotificación y urbanización) se implementará un solo pozo de extracción, mismo que se localizará en el área de la Casa Club. A futuro, de requerirse pozos adicionales, se gestionarán las autorizaciones correspondientes.*	
5.	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas
En el polígono del proyecto se han identificado las cavidades y su distribución, mediante el Informe de Estudio Topográfico Mediante Tecnología LIDAR (ver anexos técnicos). Derivado de este estudio, se conoce que el tipo de suelo es irregular y que hay una gran presencia de montículos y cavidades. Mediante el modelo de relieve se identificaron 49 cavidades (que se corresponden con cavidades naturales o pozos). *Todas estas características se consideran para el diseño y desarrollo del proyecto.*	
	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.
Los terrenos no se encuentran en una zona reconocida oficialmente como inundable. Sin embargo, dada la presencia de laja en secciones del terreno y algunos desniveles, se conformarían zonas inundables temporales ante intemperismos severos o en temporada de	

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
lluvias muy intensas. Estas áreas que se identifiquen como inundables relevantes mediante el estudio topográfico, se excluirán de las áreas aprovechables. *El proyecto prevé sistemas de dren y pasos de agua que favorecerán la posible escorrentía temporal en el predio.*	
6.	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos, deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.
Las calles interiores del desarrollo se construirán solo con material de banco compactado, de modo que serán parcialmente impermeables. Adicionalmente, el proyecto considera superficies permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural, con áreas verdes naturales, áreas ajardinadas y arboladas. *En los sitios necesarios, las vialidades contarán con pasos de agua, así como un sistema de pozos pluviales.*	
7.	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.
El proyecto mantiene en su diseño la permanencia de vegetación en mejor estado de desarrollo, tanto en las áreas de conservación como en las áreas verdes ajardinadas. De hecho, el diseño de vialidades arboladas, áreas verdes y de conservación, permitirán la conectividad y disminuirán la fragmentación de la cobertura vegetal, funcionando como corredor biológico. Una superficie relevante del polígono se mantendrá en sus condiciones naturales con vegetación y suelo originales.	
8.	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.
Las excavaciones previstas por el proyecto como parte de las acciones constructivas contemplan la reutilización del material para relleno de las excavaciones y/o rellenos de nivelación. Este proyecto considera la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, sistema de tratamiento modular en cada lote; postes de luminarias y distribución eléctrica, señalética vial, principalmente; así como las cimentaciones de obra civil o construcciones.	
9.	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.
El proyecto se encuentra en terrenos que previamente funcionaron como un rancho ganadero y cuya vegetación se encuentra en proceso de regeneración, por lo que se encuentra perturbado. Incluso dado el uso agropecuario previo, las áreas más afectadas del predio se ocuparán por las obras previstas, mientras que las áreas con vegetación más recuperada, se mantendrán como áreas de conservación de la poligonal.	

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
10.	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.
No se identificaron cenotes o cualquier otro humedal dentro del polígono del proyecto. El sistema de vialidades internas será semipermeable y contará con los drenes necesarios para evitar cualquier afectación a la hidrodinámica natural del sitio. No se detectan zonas inundables relevantes o de escorrentía superficial importante.	
11.	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.
El proyecto no extraerá agua salobre del acuífero subterráneo, sino que será a partir del manto dulce y por tanto no se requerirá su desalinización para su uso. En su oportunidad, para la obtención de la concesión y permiso de descarga por parte de la CONAGUA, se presentarán los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas residuales tratadas. *En el caso de las aguas sanitarias residuales tratadas, se cumplirá con la normatividad correspondiente respecto de la calidad de las descargas en el pozo de absorción y en el caso de su uso como riego de áreas ajardinadas.*	
12.	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.
Durante la construcción del proyecto se rentarán letrinas portátiles, de las cuales el proveedor hará la limpieza y remoción de las aguas negras. Así mismo, se construirá una Planta para el tratamiento de las aguas residuales, para la etapa de operación. Previamente, para el tratamiento de aguas residuales en cada lote se contará con una planta de tratamienrto modular, cuyo efluente se dirigirá a la PTAR. *Las cargas y en general la obra civil será calculada y construida en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero en el sitio.* *Asimismo, se realizará la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse. En el caso del tratamiento de lodos activados previsto, es un proceso ampliamente utilizado y el lodo resultante del proceso se puede tratar y gestionar de diversas maneras, como la digestión anaeróbica para la producción de biogás o la deshidratación para su disposición final, incluso en la conformación de composta.*	
13.	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
	disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la Infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos para el Estado de Yucatán (Atlas de Riesgos del Estado de Yucatán), la zona en que se ubica el predio del proyecto presenta:
Grado y susceptibilidad de fracturamiento: muy bajo.
Amenaza de incendio: alto.
Peligro de sequía: severo.
Peligro de inundación pluvial: bajo.
Frecuencia de huracanes categoría 1: muy alta.
Frecuencia de huracanes categoría 2, 3 y 5: media.
Frecuencia de huracanes categoría 4: alta.
Peligro de erosión: medio (2).
Peligro de hundimientos: muy bajo.

De lo anterior resulta que los riesgos relevantes para la zona son de incendio (forestal), sequía y huracanes.

Por tanto, el proyecto incorpora medidas constructivas y operativas que reducen o controlan la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes:
a) Las obras y actividades se ubican en las zonas interiores de menores niveles exposición o bien, se cuenta con elementos de diseño que minimizan potenciales afectaciones, tal como nivelaciones superiores a tasas de acumulación de agua, elementos estructurales resistentes, abasto de agua independiente y ambientalmente responsable, reuso del agua, protocolos y medidas de atención a contingencias ambientales, incluidos los incendios forestales; amplias áreas naturales para protección estructural e infiltración de agua; drenaje pluvial y fluvial.
b) Se minimiza la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos mediante el mantenimiento de amplias zonas con vegetación nativa natural y sustrato permeable, conformadas por las áreas de conservación y verdes ajardinadas.
c) Se preservan amplias zonas internas de la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos, como se ha indicado las áreas de conservación y verdes ajardinadas, así como vialidades no pavimentadas y drenajes pluviales y fluviales.
d) La topografía del terreno es considerada para las nivelaciones y cimentaciones de las diversas obras.

No.	**CRITERIOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
e) El flujo de agua (de lluvia, temporal) se toma en cuentan en el diseño de vialidades mediante pasos de agua y drenajes. No ocurre flujos de sedimentos en el predio. Como se ha indicado, se fomenta la infiltración al subsuelo. *f) Derivado de los reconocimientos en sitio, no se detectan cavernas o formaciones geológicas en el predio.* *j) Como se ha indicado en los párrafos anteriores, el proyecto incorpora diseños y estructuras constructivas que disminuyen la vulnerabilidad.*	
14.	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.
Se construirán drenajes pluviales con pozos de absorción que descargarán directamente al manto acuífero para su recarga. Permanecerán áreas verdes naturales y ajardinadas, así como arboladas en las vialidades, con sustrato natural permeable. Se implementarán las acciones de reforestación y enriquecimiento de vegetación en las áreas verdes.	

Tabla II.4. Criterios y recomendaciones de manejo aplicables a la "UGA021-PRES-BAC" del POETY y su vinculación con el proyecto para usos particulares aplicables (compatibles y condicionados).

CRITERIOS APICULTURA

No.	CRITERIOS
1.	La apicultura se debe realizar considerando prácticas y técnicas agroecológicas siguientes: a) Reduzcan o eviten el uso de fuego en el desmonte. B) Reducción en el uso de agroquímicos como fertilizantes, herbicidas y para el control de insectos. C) Empleo de bioinsumos para el control de malezas, mejoramiento del suelo (nutrientes) y control de plagas. d) Ubicar los apiarios considerando los riegos de las cercanías como viviendas, zonas inundables, zonas agrícolas, áreas urbanas y otros apiarios. e) Realizar el clareo de vegetación de forma manual, sin el empleo de químicos o fuego. f) Emplear captadores de agua de lluvia g) Evitar en todo momento el empleo de plaguicidas en los apiarios. h) Emplear únicamente insecticidas autorizados para el control de insectos dañinos para las abejas.
El proyecto no considera actividades del sector Apicultura.	

CRITERIOS ENERGÍA EÓLICA

No.	CRITERIOS
1.	Con la finalidad de proteger a las poblaciones de aves y murciélagos, se deberán excluir como sitios aptos para la ubicación de instalaciones de generación y transmisión de

No.	CRITERIOS
	energía eólica (incluyendo aerogeneradores, líneas de transmisión, caminos de acceso y obras asociadas) los terrenos dentro de: a) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves definidas por CONABIO y sitios RAMSAR. b) Corredores migratorios de especies en alguna categoría de riesgo. c) Selvas bien conservadas. d) Áreas próximas a cuevas y cavernas (conforme se determine en un estudio específico).
El proyecto no considera actividades del sector Energía Eólica.	
2.	Para todo proyecto de generación y transmisión de energía eólica, se deberá presentar un inventario (de por lo menos un año para considerar los fenómenos estacionales) de las poblaciones de aves y murciélagos en el área de influencia del proyecto. Este estudio servirá de sustento para acciones que minimicen los impactos negativos sobre la biodiversidad a través de un diseño óptimo de las instalaciones (considerándose el número, las características y la disposición espacial de los aerogeneradores). El estudio, asimismo, deberá servir de base para la elaboración y posterior presentación de un programa de protección de aves y murciélagos para la etapa de operación, en el cual se deberán incluir los siguientes rubros: a) La instalación de dispositivos salvapájaros en las líneas de transmisión y torres meteorológicas con cables de sujeción para reducir las colisiones de aves. b) La eliminación del “giro libre” (rotación libre de los rotores en condiciones de viento escaso, cuando los aerogeneradores no generan energía); c) La implementación de un procedimiento de detección (por radar u otros métodos tecnológicos de teledetección radar o/y observadores) para registrar periodos de alta actividad de aves y murciélagos, que requieran activar procedimientos de limitación de la actividad o parada bajo demanda; d) La realización de ajustes en las velocidades de viento de arranque para reducir potenciales colisiones de murciélagos. e) El monitoreo permanente de las poblaciones de aves que transiten por el predio para detectar afectaciones que detonen la necesidad de medidas adicionales de protección.
El proyecto no considera actividades del sector Energía Eólica.	
4.	La evaluación de los impactos y de los beneficios ambientales y sociales deberá considerarse de manera conjunta, para garantizar que los medios de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y las comunidades locales no se verán afectados negativamente.
El proyecto no considera actividades del sector Energía Eólica.	
5.	Todo proyecto de instalación o ampliación de parques eólicos deberá minimizar el área de desmonte, la fragmentación de hábitat y la afectación a corredores biológicos; así como distanciar de manera óptima a los aerogeneradores favoreciendo su funcionamiento eficiente y evitando la afectación al paso de aves, con el objeto de reducir los impactos negativos a la biodiversidad y la integridad funcional de los ecosistemas.
El proyecto no considera actividades del sector Energía Eólica.	

No.	CRITERIOS
6.	Los proyectos de generación y distribución de energía eólica deberán ubicarse preferentemente en terrenos perturbados, degradados o desprovistos de cobertura forestal, ocupando el 40% del total de la superficie y destinar el 60% restante a restauración.
El proyecto no considera actividades del sector Energía Eólica.	

CRITERIOS MILPA MAYA

No.	CRITERIOS
1.	La milpa se debe realizar considerando prácticas y técnicas agroecológicas siguientes: a) Manejo integral del Fuego: No quemar en el segundo y años posteriores de la milpa, realizar guardallaya amplia y limpia, seguir las normas de seguridad al momento de la quema. b) Manejo de suelos: Establecer cubiertas vegetales e incorporar materia orgánica, propiciar la permanencia de tocones o especies fijadoras de nitrógeno, establecer la milpa en áreas degradadas o deforestadas, elaboración de carbón natural para su incorporación al suelo. c) Reducción en el uso de agroquímicos como fertilizantes, herbicidas y para el control de insectos. d) Empleo de bioinsumos para el control de malezas, mejoramiento del suelo (nutrientes) y control de plagas. e) Utilizar maíz nativo o variedades adaptadas a las condiciones de suelo y relieve local, en conjunto con otras especies asociadas. g) Establecimiento de especies arbóreas con valor económico en los alrededores de la parcela.
El proyecto no considera actividades del sector Milpa Maya.	
2.	La milpa para su realización deberá evitar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en áreas de conservación.
El proyecto no considera actividades del sector Milpa Maya.	

CRITERIOS TURISMO DE NATURALEZA

No.	CRITERIOS
1.	La operación de proyectos o actividades de Turismo de Naturaleza que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada, sistemas ahorradores, entre otros.
El proyecto no es propiamente de actividades del sector turismo de naturaleza. Sin embargo, como parte de la planeación y visión del proyecto, en sus áreas verdes ajardinadas y en las áreas de conservación, se realizarán acciones de senderismo interpretativo y observación de fauna, así como se fomentará el desarrollo de la comunidad vegetal y su enriquecimiento mediante la siembra de especies nativas y/o propias del ecosistema, que sean atrayentes para la fauna y que creen hábitats. *Efectivamente, el proyecto prevé la instalación de mobiliario ahorrador o eficiente en cuanto al consumo de agua y la propia captación de agua de lluvia para su uso en riego. También el agua residual tratada será parcialmente usada para riego de áreas verdes y el agua de recambio de la laguna artificial se almacenará y usará en riegos de igual manera.*	

No.	CRITERIOS
3.	Las obras y/o actividades de turismo para la naturaleza para su realización deberán evitar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
No obstante que el proyecto no es propiamente de actividades del sector turismo de naturaleza, como se ha descrito, se mantendrán como áreas de conservación las áreas más desarrolladas o menos deterioradas de la vegetación presente en el polígono. Además que se fomentarán las áreas verdes ajardinadas naturales.	

El proyecto prevé actividades propias de los usos “Asentamientos humanos” e “Infraestructura”, mismas que se encuentran entre los considerados incompatibles por esta Unidad de Gestión Ambiental.

Sin embargo, dado que el **POETCY es el Programa de Ordenamiento especializado en temas del litoral costero del Estado, tiene preeminencia y es el fundamento para el análisis y dictamen del componente ambiental y viabilidad del uso pretendido por el proyecto**, conforme al Artículo 1 del propio POETCY:

“***Artículo 1. Naturaleza***
El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, en adelante programa de ordenamiento ecológico, es un instrumento jurídico de planeación, basado en información técnica y científica, que determina 6 esquemas de regulación de la ocupación territorial que maximice el consenso entre los actores sociales y minimice el conflicto sobre el uso del suelo.”

Consecuentemente, dado que **en términos del POETCY, particularmente para la UGA DZE08-SEL_C3, es compatible el uso o actividad “Desarrollos Inmobiliarios de Acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán”, el proyecto es viable** siempre y cuando se sujete a las disposiciones aplicables de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

No obstante, el proyecto se considera que cumple suficientemente con los criterios ecológicos generales del ordenamiento estatal (POETY), como se ha descrito en cuadros previos.

II.2.3. Programa de Desarrollo Urbano

El proyecto cuenta con **Factibilidad de Uso de Suelo** para el predio ubicado en el Tablaje con el Número 545 de la localidad y municipio de Dzemul, Yucatán.

Esta Factibilidad de Uso de Suelo se otorga por parte de la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio, dado que se ajusta o cumple con el Programa de Desarrollo Urbano municipal y las disposiciones de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

La Factibilidad tiene duración de doce meses a partir del 18 de julio de 2026. Se adjunta a la presente Manifestación en los anexos técnicos, para pronta referencia.

II.2.4. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El área del proyecto no se incluye en el polígono de algún área natural protegida decretada de competencia federal, estatal o municipal.

El ANP más cercana se trata de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, la cual se encuentra aproximadamente a 5.7 km de distancia al norte del sitio del proyecto, en su parte más próxima.



Figura II.3. Localización del polígono del proyecto en el contexto de las ANP de la región.

El polígono del proyecto no se ubica dentro de la poligonal de algún sitio RAMSAR.

II.2.5. Regiones Prioritarias (CONABIO)

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El polígono del proyecto no se ubica dentro de alguna región terrestre prioritaria (RTP) determinada por la CONABIO.

La RTP más próxima es la identificada con el No. 146 “Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam”, ubicada a 550 m de distancia respecto de la parte más próxima al polígono, hacia el norte.

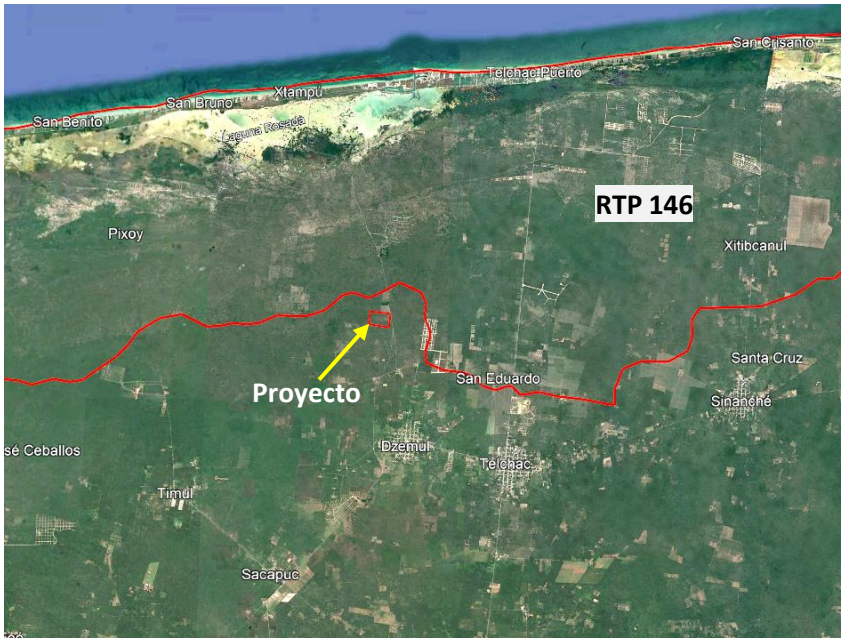

Figura II.4. Localización del polígono del proyecto en el contexto de la RTP más cercana.

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

El polígono del proyecto se ubica dentro de la poligonal del AICA denominada por la CONABIO como “Ichka' Ansijo”.

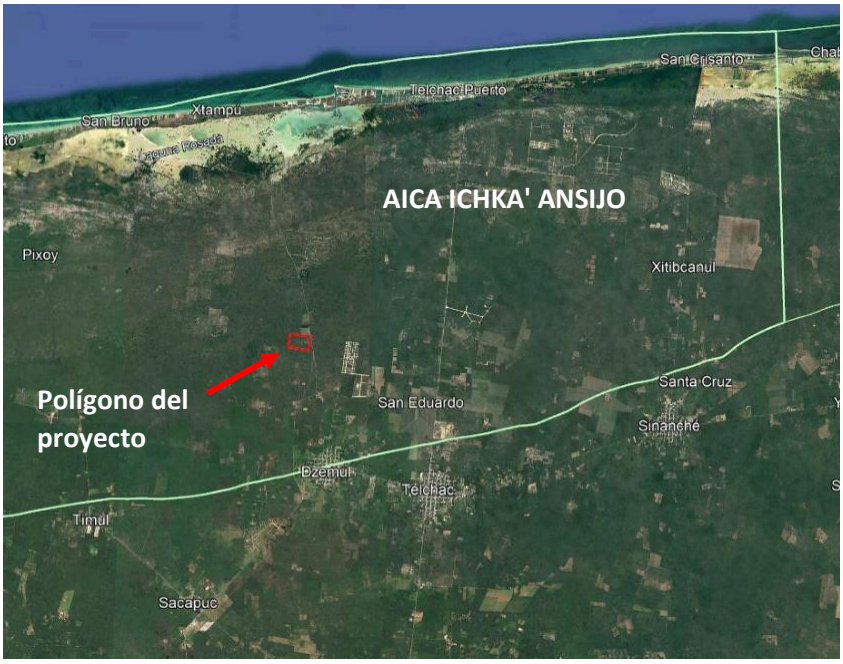

Figura II.5. Ubicación del polígono del proyecto con respecto al AICA denominada Ichka' Ansijo.

Esta AICA presenta distintos tipos de vegetación que son una garantía de la riqueza ornitofaunística, que proporciona hábitat para más de 300 especies de aves. La zona ha sido fuertemente impactada desde el tiempo de la colonia por las actividades salinera,

coprera, pesquera, henequenera y ganadera. Además, en los últimos años la modernización ha acrecentado el deterioro ambiental con la construcción de la carretera costera y la urbanización con fines turísticos.

Cabe mencionar la existencia de una laguna costera continua desde Celestún hasta la Bahía Conil en Quintana Roo, que hasta 1964 era navegable desde Chuburná hasta Dzilám (Batllori, 1992) que actualmente se encuentra en proceso de fragmentación y desecación a causa de la construcción de caminos y drenes que impide la circulación libre del agua salobre y por tanto la pérdida de hábitat para muchas especies como el Jabirú y la Matraca yucateca y algunas especies de cactáceas como *Mamillaria gaumeri* (Leirana, 1995).

Es importante señalar que en las dunas costeras se encuentran muchos endemismos de vegetación (Flores *et al*., 1995) debido a la gran variedad de microambientes que se forman confiriéndole una gran capacidad para albergar una alta diversidad de especies (Martínez *et al*., 1993).

Vinculación: *El proyecto no acrecentará los principales problemas que presenta el AICA. Por otro lado, el polígono del proyecto actualmente no presenta un sistema viable para el asentamiento de poblaciones relevantes de aves dada su depauperación como hábitat por el uso agropecuario previo, sin embargo, la función que puede prestar a la avifauna está ligado su uso como sitio de paso y descanso, servicios que seguirán viables al mantenerse en el polígono del proyecto sitios de conservación con vegetación nativa y áreas verdes ajardinadas extensas. De hecho, durante la operación del proyecto, en las áreas de conservación y verdes ajardinadas, se espera albergar una comunidad amplia de avifauna, para lo cual se conformarán nichos y hábitats específicos con la siembra de especies vegetales atrayentes para la fauna.*

Como se ha indicado, la actividad ganadera previa del predio (rancho) ha modificado el sistema ambiental del sitio. De manera que el proyecto coadyuvará a la recuperación y mantenimiento de la vegetación en el predio mediante las áreas naturales permanentes.

No obstante que el proyecto incluirá un espacio urbanizado en la zona para un desarrollo inmobiliario mixto privado, en el paisaje se observan ya algunas obras de este tipo. La estrategia de amplias áreas de conservación natural en el predio, aportarán a redimir esta afectación.

No se fragmentará ni desecará ningún cuerpo de agua superficial debido a la construcción de caminos internos u otras obras. En cualquier caso, éstos contarán con los drenes necesarios para el libre paso de la escorrentía pluvial.

Puesto que es probable el desplazamiento de especies de fauna, incluidas las aves, en el área del proyecto y sus colindancias, se prevé al aplicación de medidas tendientes a la protección y en su caso, rescate y reubicación de los individuos que se puedan localizar en las áreas de trabajo.

Por otra parte, la laguna artificial atraerá aves de afinidad acuática hacia el predio durante la operación del desarrollo. Se tomarán medidas para evitar su afectación en tal caso y también para su adecuado control que eviten conflictos con los usuarios de la infraestructura del proyecto.

Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México (SPCACO).

El polígono del proyecto no se encuentra dentro de alguna zona decretada como SPCACO.

La más próxima se localiza aproximadamente a 5.35 km al norte del predio. Se trata del sitio No. 66 denominada "Plataforma continental de Dzilam".

Se prevé que no será afectada por el proyecto, considerando el diseño incorporado de cuidado ambiental, incluyendo el tratamiento de aguas residuales.



Figura II.6. Ubicación del polígono del proyecto con respecto al SPCACO No. 66 "Plataforma continental de Dzilam".

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El área del proyecto se encuentra dentro de la RHP No. 102 denominada "Anillo de Cenotes".

Esta región hidrológica es muy extensa, por lo que solo algunas de sus características generales descritas se presentan en el sitio del proyecto. Se describen a continuación las características relevantes de toda esta región hidrológica.

Sus principales recursos hídricos son los cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes, ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas.

Esta RHP presenta una amplia variedad de tipos de vegetación entre las que podemos mencionar el manglar, dunas costeras, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natural.

En cuanto a las problemáticas que presenta esta RHP está la extracción inmoderada de agua y desforestación, pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria; incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera; crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.

A su vez, presentan problemas de contaminación por materia orgánica y metales pesados, escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras; contaminación del manto freático; cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre, mojarra, jurel, robalo, corvinas, mero, huachinango, lisa, pulpo, langosta, carito y caracol; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo; producción de sal y cultivos de palma de coco.

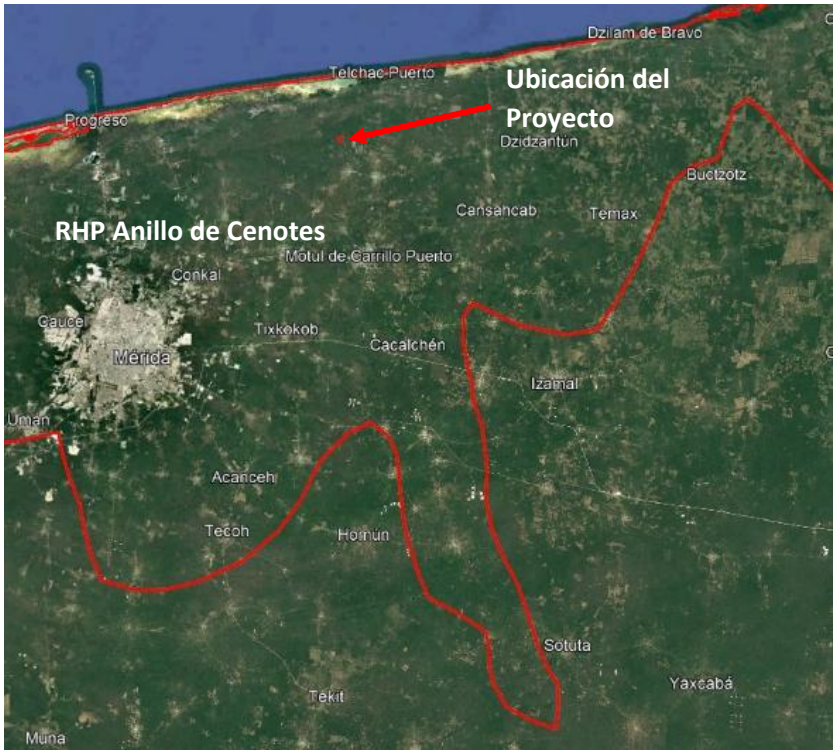

Figura II.7. Ubicación del polígono del proyecto con respecto a la RHP "Anillo de Cenotes".

Vinculación: *El polígono del proyecto cuenta con vegetación secundaria derivada de selva caducifolia. En el polígono específico del proyecto no se encuentran cuerpos de agua superficiales (permanentes). Las actividades previstas en este proyecto pretenden la extracción de agua para uso doméstico (de servicios). En el caso de las aguas residuales sanitarias, se contará con el sistema de tratamiento eficiente y necesario.*

No se detecta el terreno del proyecto como un área inundable de relevancia ni cuenta con cobertura de vegetación de manglar. Ocurre la acumulación de agua de lluvia en la temporada más conspicua del año en algunas zonas del predio, pero sin que se trate de un sitio de inundación identificada en el Atlas de Riesgo del Estado.

El actual proyecto provocará la pérdida de la vegetación secundaria tipo acahual del sitio para las actividades de urbanización pretendidas; sin embargo, prevé la incorporación de medidas tendientes a la protección al ambiente, tales como:

- *Se realizará el rescate de los ejemplares de plantas susceptibles, incluyendo las especies endémicas de la provincia biótica de la península de Yucatán que se registren en la comunidad vegetal del sitio.*

- *Los ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas de conservación y verdes-comunes del proyecto.*
- *El material vegetal producto del desmonte será trozado y reincorporado a las áreas verdes para su degradación natural y reintegración al suelo.*
- *La capa de suelo fértil será recuperado y mantenido para su posterior uso en las acciones de rescate, reincorporándolo a las áreas verdes-comunes del sitio.*

Durante todas las etapas del proyecto se tendrá especial cuidado en el manto freático, impidiendo derrames de hidrocarburos y aceites para evitar las infiltraciones de estos, de igual modo se contará con sanitarios portátiles para los trabajadores, de este modo se manejarán adecuadamente las aguas residuales generadas.

II.3. Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia

Conforme a la última actualización publicada por el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, del Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas:

En el municipio de Dzemul, Yucatán, existen tres comunidades catalogadas como pueblo maya, siendo éstas: Dzemul, San Diego Guerra y San Eduardo. El polígono del proyecto no se encuentra inmerso ni es colindante con ninguna de estas localidades.

Por tanto, el proyecto no incide en tales localidades, encontrándose las mismas en su área de influencia por cercanía.

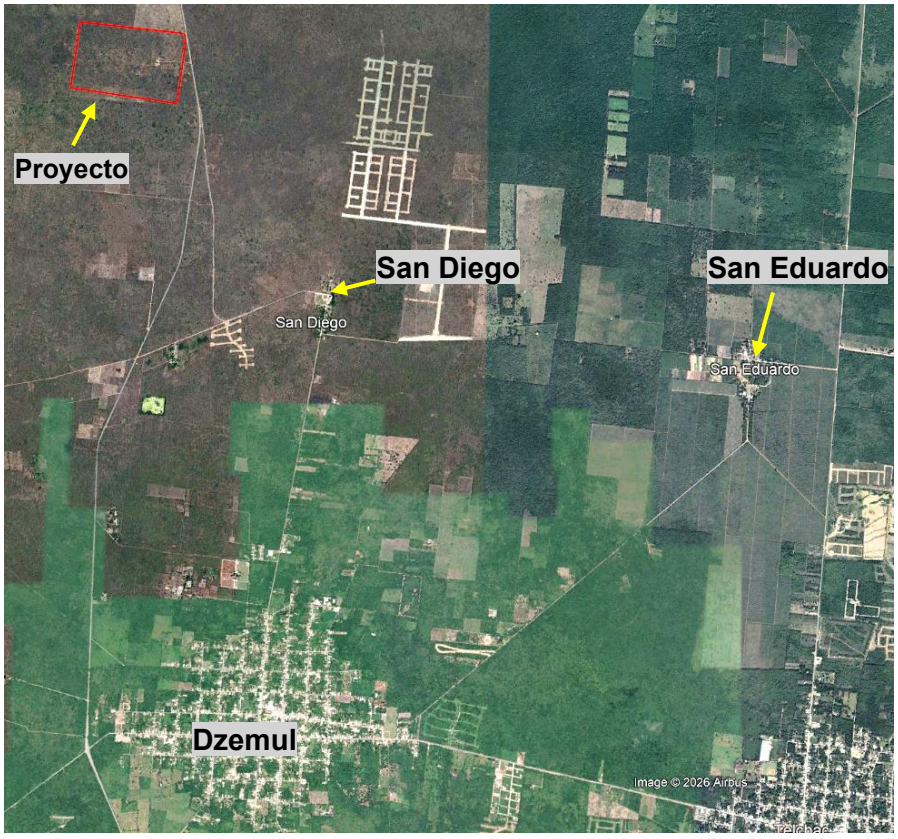

Figura II.8. Ubicación del polígono del proyecto con respecto a las comunidades o localidades más cercanas catalogadas como mayas.

El desarrollo inmobiliario se ubica, por tanto, cerca de comunidades mayas (Dzemul, San Diego y San Eduardo), lo cual por sí mismo no implica la obligación jurídica de realizar una consulta.

Dado que el proyecto se ubicará en un predio particular, que previamente tuvo uso de rancho ganadero por parte de su anterior propietario, fuera de las comunidades mayas cercanas, no se prevé que afecte directamente los derechos o intereses colectivos de dichas comunidades indígenas.

El acceso o requerimiento de servicios públicos, tales como energía eléctrica, agua potable o recolección de residuos, será autosuficiente en el proyecto, de modo que no causará presiones adicionales o extraordinarias a las comunidades de la zona. La energía eléctrica provendrá de la red pública de CFE existente a pie de carretera, pero también se contará en el proyecto con generación interna a partir de energía solar. El agua potable o para uso y consumo humano se obtendrá de pozo o pozos conforme a la concesión que se obtenga de la CONAGUA. Y se contará con un convenio de colaboración con el municipio para el traslado y disposición de los residuos generados; contando incluso con medios propios a disposición.

En cuanto a las afectaciones a las colindancias como la descarga de aguas residuales, emisiones atmosféricas, ruido y carga vehicular, así como paisaje de la zona, tampoco se esperan afectaciones directas a las comunidades cercanas. Las aguas residuales serán tratadas adecuadamente mediantes sistemas individuales en cada lote y posteriormente mediante la PTAR del desarrollo, que incluye tratamiento terciario. No se prevén como parte del proyecto, la conformación de industrias o empresas del giro contaminante al aire, ni generación eólica de electricidad, así como tampoco ruidosas hacia el exterior. El ruido que se generará de entorno urbano.

Dado que el acceso al predio será mediante una carretera estatal, se espera que soporte la carga vehicular adicional debido a la habitación del desarrollo a implementar. De hecho la vialidad que será afectada o usada por el proyecto no provocará daño o lesión a los intereses de las comunidades que tienen vialidades propias para comunicarse entre sí. Únicamente se reflejaría alguna afectación cuando el traslado de estas comunidades sea hacia la costa. En caso pertinente, las mejoras o adecuaciones a la carretera, serán tratadas y convenidas con la autoridad competente.

El paisaje o percepción del medio por parte de las comunidades no será afectada en el sentido que el predio ha tenido uso productivo agropecuario previo, de modo que no se afectará un terreno conservado o que aporte singularidades o prestaciones ambientales únicas a la zona.

El proyecto inmobiliario no ocupará o afectará tierras de propiedad ejidal o comunal pertenecientes a una comunidad indígena; no afectará recursos naturales indispensables para la comunidad (agua, montes, cenotes de uso comunitario, etc.); no afectará sitios sagrados, patrimonio biocultural o lugares de importancia ceremonial; ni modificará las formas tradicionales de vida o de los derechos colectivos de la comunidad.

La proximidad geográfica o cercanía física, por sí misma, no constituye el supuesto de procedencia de la consulta previa.

Se ha caracterizado previamente la ubicación georreferenciada del proyecto, encontrándose fuera de los límites de las comunidades mayas. El predio se encuentra a una distancia de 1.85 km respecto de la comunidad maya de San Diego, la más cercana al proyecto, tomando como referencia el vértice más al sureste del polígono del proyecto.

Se cuenta con la legal posesión del terreno, mismo que no forma parte de tierras comunales o de uso tradicional de dichas comunidades. Previamente fue un rancho.

Como se ha descrito, no existen afectaciones a recursos naturales utilizados por las comunidades cercanas.

No existen sitios arqueológicos, ceremoniales o de valor cultural dentro del área de influencia que puedan ser afectados por el proyecto.

Los impactos ambientales identificados son de carácter local y se restringen al área de influencia directa del proyecto, sin extenderse de manera significativa hacia los asentamientos de las comunidades referidas. Y serán mitigados mediante las medidas previstas en el Programa de Manejo Ambiental, por lo que no generan efectos significativos sobre las comunidades indígenas cercanas.

En resumen, se estima que no existirá afectación directa a las comunidades mayas cercanas.

La sola cercanía geográfica entre el proyecto y dichas localidades no actualiza el supuesto jurídico previsto por el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo ni por la jurisprudencia de la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

No obstante, el promovente y/u operador del proyecto mantendrán mecanismos de comunicación institucional con las autoridades municipales y, en su caso, con los representantes comunitarios, como medida de transparencia, gobernanza y prevención de conflictos sociales durante las distintas etapas del desarrollo del proyecto.

Respecto a la Evaluación de Impacto Social, es exigible en proyectos del sector hidrocarburos y eléctrico

El proyecto no afecta directamente el territorio, recursos naturales, organización social, derechos colectivos, prácticas culturales o formas tradicionales de vida de las comunidades mayas cercanas.

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Al momento se han descrito las diferentes actividades necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto (Capítulo I) y se ha vinculado el proyecto con los diferentes ordenamientos de validez jurídica aplicables al mismo (Capítulo II), por lo que, a continuación, se procederá a determinar cuáles son los componentes ambientales que se encuentran en el sitio del proyecto, su Área de Influencia y su Sistema Ambiental. Lo anterior nos permitirá tener un panorama completo del estatus actual del predio del proyecto y como el desarrollo de este pudiese generar afectaciones a los componentes ambientales aquí presentados, para con ello, en lo posterior proceder a evaluar los impactos en el siguiente Capítulo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.

En los anexos técnicos de esta Manifestación se presentan imágenes auxiliares en el reconocimiento, descripción y análisis del sistema ambiental: anexo fotográfico, catálogos de flora y fauna, fotografías aéreas, fotografías del estudio LIDAR y el propio informe LIDAR.

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (ÁREA DE ESTUDIO)

El área donde pretende establecer el proyecto se ubica en el predio marcado con el número Tablaje Catastral 545 de la localidad y municipio de Dzemul, Yucatán, con acceso sobre la carretera Dzemul – Xtampu (a la altura del Km 10.01), con una superficie total de 411,581.09 m^2 (41.158 ha).

Es importante hacer mención que el predio ha sido previamente impactado en diversos años, principalmente por actividades relacionadas con el cultivo de temporal y ganadería extensiva, actividades que actualmente no se llevan a cabo en el predio. Por lo anterior es evidente que la vegetación presente en la actualidad consiste en una selva con vegetación secundaria y aparentemente de sucesión ecológica temprana.

Para delimitar el área de estudio, como una primera aproximación para definir el Sistema Ambiental (SA) del proyecto se analizaron los aspectos abióticos como son clima, geología, geomorfología, edafología y/o hidrología, se empleó también la capa de Uso de suelo y Vegetación a partir de la carta temática de INEGI en su serie VII, para identificar límites ambientales naturales que pudieran representar el sistema ambiental en el que se enmarca el proyecto, así como la información disponible respecto de la infraestructura existente, para poder establecer límites naturales del sistema. Como un segundo paso se consideraron los límites de la Microcuenta para la zona y a los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano vigentes para la zona, siendo estos:

- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) emitido mediante el decreto número 793 publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, y su actualización emitida en el año 2023.
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), cuya actualización más reciente fue publicada por medio del decreto 308 emitido el 14 de octubre de 2015 en el Diario Oficial del Estado de Yucatán.

De acuerdo con su ubicación el sitio del proyecto forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada **UGA021-PRES-BAC** determinada por el Programa de

Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) con una extensión de 597.69 K2, la UGA cuenta con una política de **Preservación de la vegetación forestal conservada**, permitiéndose únicamente actividades de bajo impacto, y de esta forma mantener la recarga de acuíferos y garantizar a largo plazo la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, es importante mencionar que como parte de sus usos condicionados se presenta el de "Energía eólica, turismo de Naturaleza y Milpa Maya".
Respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el predio en el que se pretende implementar el proyecto forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental denominada **DZE08-SEL_C3** con una política orientada a la **Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad**.

Una vez determinado las diversas capas de instrumentos de regionalización ya descritos se pudo generar el polígono del SA, el mismo se puede consultar en la figura siguiente:



Figura III.1. Delimitación del Sistema Ambiental y su Area de influencia. Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior, el SA del proyecto quedará delimitado con una superficie de **5,685.67 hectáreas**, por lo que el porcentaje de la superficie del predio con respecto al SA es del **0.63%**.

Basado en la descripción del medio natural que se presenta, a continuación, se realiza una caracterización integral de estas condiciones ambientales con respecto al proyecto que se presenta.

III.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS

Tanto para el Sistema Ambiental (SA) como para el Área del Proyecto (AP), de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII, se ha identificado un solo tipo de vegetación: **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC)**; en cuando a los usos de suelo se registró uno solo: **Pastizal cultivado (PC)**; este último representando la mayor superficie del predio AP. Ver la figura siguiente.

A continuación, se describen brevemente los tipos de vegetación presente y uso de suelo, de acuerdo con INEGI, 2021[1].

- **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC)**

Se trata de la vegetación con estado de sucesión secundaria mayormente dominado por el estrato arbóreo, su origen se debe cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. Estas comunidades arbóreas o subarbóreas de origen tropical crecen en lugares con precipitación estacional y en donde más del 75% de sus componentes vegetales pierden las hojas durante la época seca del año.

Se encuentra en climas AW1 y AW2 cálidos subhúmedos con condiciones más húmedas que AW0, con una temperatura media anual que va desde los 18 a 28 °C y precipitaciones que se enmarcan entre los 700 y 1 500 mm la precipitación es estacional concentrándose en 3 a 4 cuatro meses presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 metros con estratos arbustivos y herbáceos reducidos.

La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros, los suelos presentan características de la roca madre la cual puede ser ígnea, metamórfica o sedimentaria marina.

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI),2021. Guía para la interpretación de cartografía de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie VII. México.

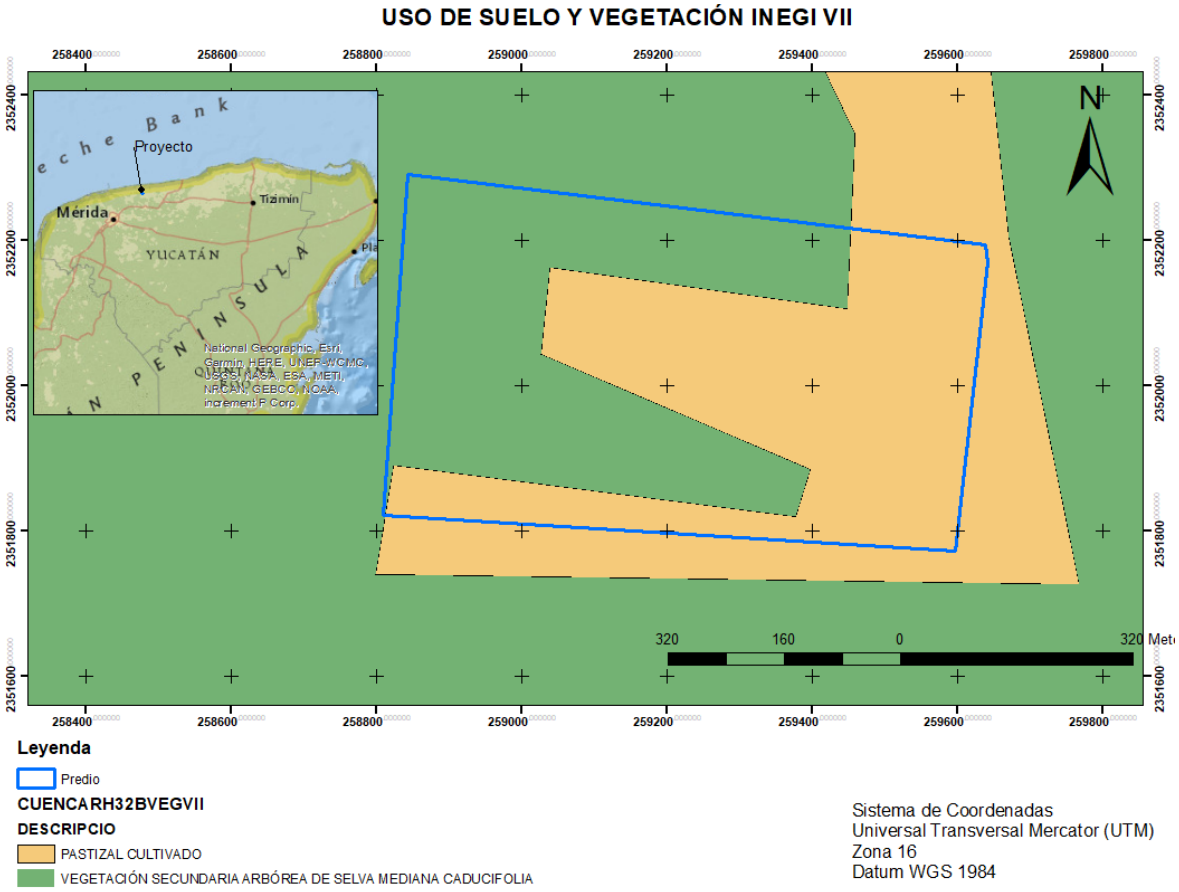

Figura III.2. Uso de Suelo y Vegetación dentro del AP. Fuente: INEGI VII. Elaboración propia.

Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad edáfica que la Selva Baja Caducifolia.

Las condiciones del suelo son bastante variables las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, el pH de ácido a ligeramente alcalino, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica y de diferentes colores. Por lo general son suelos jóvenes y bien drenados. Prospera en lugares más protegidos y con suelos más profundos, su altura es de 15 a 20 metros. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Maclura tinctoria Cordia dodecandra* (siricote, cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (Belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus*, *Gyrocarpus* sp., *Neomillspaughia emarginata*, *Gyrocarpus americanus* y *Caesalpinia gaumeri*, *Ehretia latifolia*, *Simarouba glauca*, *Terminalia buceras*, *Terminalia macrostachya*, *Tabebuia impetiginosa*.

Distribución: se presenta como una franja en dirección NE - SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche; también en la vertiente sur del Pacifico dentro del área del istmo de Tehuantepec existen selvas bastante densas y frondosas.

- **Pastizal Cultivado (PC)**

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, generalmente se les llama potreros en zonas tropicales. Característico como uso de suelo en ambos polígonos, tanto en el AP y como en SA.

De forma complementaria, y con la finalidad de corroborar la información proporcionada por las cartas de INEGI (VII), se realizó visitas técnicas en campo para conocer las condiciones del predio, su uso y estado de la vegetación, así mismo se realizó la caracterización de la vegetación mediante sitios de muestreo que evidenciaran la composición florística, tanto del AP, como del SA. Los datos se obtuvieron mediante una campaña de muestreo, del 17 al 29 de abril de 2026, durante el periodo de secas. La metodología utilizada se describe a continuación.

Con base a la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos (Bautista, *et al*, 2005), así como la actualización a la capa INEGI serie VII para el caso del polígono del proyecto indica que el predio se encuentra en un área con **suelo tipo Litosol**, el cual se caracteriza por aparecer mayormente en asociación con Rendzinas.

Este tipo de suelo presentan abundantes fragmentos de coraza calcárea, son suelos que varían en color y textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y otras por ser migajón arcilloso con hasta 30%, también el contenido de materia orgánica es variable.

La vocación productiva actual del sitio es evidente dada la existencia de varios desarrollos inmobiliarios en proceso en las colindancias mediatas, así como diversos sistemas productivos (agropecuarios) en las colindancias inmediatas. El propio sitio del proyecto es un predio donde existió por muchos años un rancho (uso agropecuario).

III.2.1. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Al predio del proyecto se puede acceder por la carretera Dzemul -Xtampú, a la altura del Km. 10.01 de esta vialidad en dirección norte, encontrándose el terreno de interés inmediatamente adyacente a esta vialidad. Se localiza a unos 4.5 km al norte de la actual mancha urbana de la localidad de Dzemul.

En dicha zona no se detectan cuerpos de agua superficiales importantes. Incluso en el área del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales como cenotes o lagunas, no obstante que el terreno presenta cavidades e irregularidades de acuerdo con el estudio e imágenes LIDAR (ver anexos técnicos). En la zona se realiza la extracción del agua subterránea para

el abastecimiento agropecuario mediante pozos rústicos. Incluso, debido a que en el predio funcionó previamente un rancho, es posible la ocurrencia de pozo de aprovechamiento de agua para riego y ganado.

Fuera del polígono del proyecto aproximadamente entre 4 y 6.5 km de distancia al predio, se localizan algunos cenotes o afloramientos de agua, sin que éstos sean afectados por las obras e infraestructura previstas. Estos cuerpos de agua artificiales se encuentran fuera del área de afectación por las obras del proyecto.

El cuerpo de agua relevante más cercana se localiza cerca de la costa, siendo una porción de la Laguna Rosada, a 6.7 km hacia el norte, misma que no se verá afectada por la implementación del proyecto.

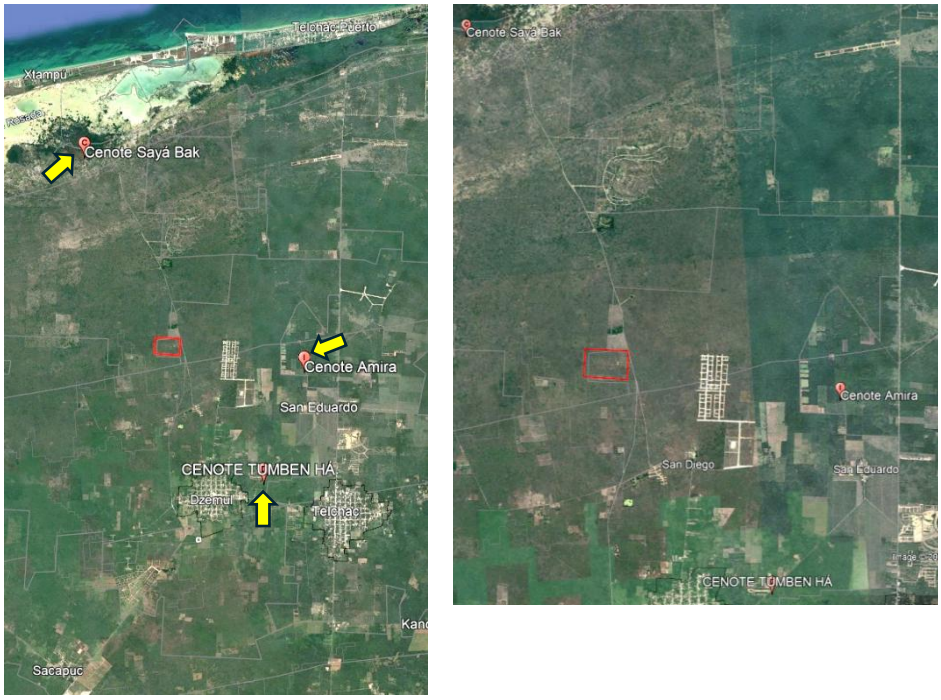

Figura III.3. Cenotes o cuerpos de agua identificados en la zona general del proyecto. Fuera del polígono del proyecto.

Las aguas residuales producto de las descargas de aguas negras y grises que en un futuro puedan generarse serán tratadas a través de sistemas de tratamiento tipo SITAR DLD14 y posteriormente a la PTAR del desarrollo.

El sitio específico donde se pretende llevar a cabo el proyecto cuenta con afectación previa debido al uso agropecuario, ya que el sitio fue un rancho. Este uso histórico agropecuario ha dado como resultado que se cuente con vegetación secundaria derivada de selva caducifolia.

Al sur del polígono del proyecto, aproximadamente a 4.5 km se encuentra la mancha urbana de Dzemul.

En todas las colindancias del predio donde se establecerá el proyecto se encuentran terrenos rústicos y afectados por uso agropecuario. En la colindancia Este inmediata se encuentra la carretera Dzemul-Xtampú.

Todo esto inmerso en una matriz de vegetación de selva baja caducifolia en distintos estados de perturbación y recuperación.

III.2.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se localiza aproximadamente a 4.5 km de distancia respecto de la cabecera municipal de Dzemul y a poco más de 46 km de la ciudad de Mérida. Las localidades de importancia más próximas son Dzemul, Telchac Pueblo, Telchac Puerto y Motul, en un rango de 17 km. Estas localidades serían las proveedoras o fuentes de servicios para el proyecto, según las especialidades requeridas por las obras y su operación posterior.



Figura III.4. Afectaciones del predio dado el uso agropecuario previo.

En los alrededores del predio del proyecto se observan predominantemente predios rústicos, terrenos en plena actividad agropecuaria y desarrollos inmobiliarios diversos.

Las tierras que se usarán para el proyecto fueron zonas de uso agropecuario (rancho). El uso actual del predio comprende una vegetación de crecimiento secundario derivado de selva baja subcaducifolia distribuida en parches de distintos grados de desarrollo.

El área cuenta con energía eléctrica disponible a pie de carretera. En la región se cuenta con todo tipo de servicios para la alimentación, suministro de combustibles, clínica del IMSS, recolección externa de residuos municipales y el propio desarrollo contará con sistema interno de recolección y disposición final en colaboración/convenio con el municipio de Dzemul.

El proyecto se desarrollará en una zona rural. La zona actualmente cuenta con el servicio eléctrico y de internet disponibles. Existe la factibilidad de extender los servicios públicos y privados necesarios para el proyecto, tanto desde la localidad de Dzemul como a partir de toda la zona metropolitana, según su tipo.

Debido a su colindancia con la carretera, la vialidad existente se considera apta para soportar la carga vehicular actual de la zona durante la construcción del proyecto y su operación futura. No se proyecta la habilitación de accesos adicionales.

En la zona se cuenta con al menos seis gasolineras (estaciones de servicio) cercanas: dos en la localidad de Telchac Pueblo (PEMEX), así como en las localidades de Telchac Puerto (PEMEX), Motul (La Gas) y Baca (PEMEX y Megasur). Además de la infraestructura de abasto existente en la zona metropolitana de Mérida.

En las localidades de Dzemul, Telchac Puerto y Motul se encuentran servicios del IMSS e IMSS Bienestar, así como hospitales y servicios de atención médica privados, particularmente en esta última localidad. Además de la amplia gama de servicios de salud existentes en la zona metropolitana de la ciudad de Mérida.

Asimismo, se tiene infraestructura de tiendas de abarrotes de diversos tamaños y minisúper dispersos en las localidades, además de mercados municipales.

Actualmente, para la disposición de residuos sólidos urbanos, se cuenta con infraestructura adecuada en la localidad de Motul, donde opera un Sitio de Disposición Final tipo “C”, siendo este el sitio más viable para disposición de los residuos. En la localidad de Dzemul se cuenta solo con un basurero municipal sin clasificación en términos de la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003.

Para la etapa de operación del desarrollo se requerirá implementar la red interna de agua potable, tanto para cada lote como para la casa club y amenidades en donde se requiere con tinaco para almacenamiento de agua que será obtenida de un proveedor especializado y con fuentes autorizadas en primera instancia y mediante pozo de aprovechamiento en operación plena.

La recolección de basura será a través de medios propios en coordinación con el Ayuntamiento de Dzemul. Los servicios privados como el telefónico y el transporte público se habilitarán posteriormente para su extensión al proyecto. Actualmente, existe el servicio de transporte público desde la localidad de Dzemul hasta el sitio.

La vialidad existente en el área de influencia (carretera estatal) es suficiente para soportar la carga vehicular adicional debida a la habitación del desarrollo cuando entre en operación. El proyecto considera una infraestructura vial interna y el acceso eficientes. No se prevé el desabasto de los servicios públicos en la zona debido a la implementación del proyecto.

La electricidad en la zona se obtiene a partir de la línea de distribución de la CFE existente a pie de carretera y a pie del predio. La toma de electricidad para el proyecto ocurrirá a partir de la infraestructura existente. Actualmente, dado el uso previo del terreno como rancho, existe una línea de conducción interna que solo llega a la construcción del antiguo rancho, de aproximadamente 120 m desde la carretera hasta dicha construcción.

No se cuenta en el área con plantas públicas para el tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales generadas durante la habitación de los lotes y operación de las amenidades y de las áreas recreativas que se conformen en el predio, serán tratadas mediante sistemas individuales de tratamiento tipo SITAR DLD14 y posteriormente

enviadas (las aguas tratadas) a la PTAR del desarrollo, que después de dicho tratamiento, se enviará a pozo de absorción (previo tratamiento terciario de cloración).

Se prevé que la recolección de basura disponga los residuos en el sitio de disposición final autorizado de la región.

Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de la zona metropolitana de la ciudad de Mérida, con la frecuencia necesaria de acuerdo con los volúmenes de residuos peligrosos generados.

III.3. MEDIO BIÓTICO

III.3.1. Vegetación

El amplio mosaico de vegetación presente en México es producto de una cadena de factores como clima, topografía, tipo de suelo, altura sobre el nivel del mar, precipitación pluvial, fisiografía, etc.

Las selvas tropicales poseen la mayor diversidad biológica del planeta[2] y las del neotrópico destacan por su extensión geográfica, su riqueza biológica y su complejidad ecológica. Estos ecosistemas son importantes por los servicios ambientales que aportan a través de sus procesos naturales y sus funciones ecológicas, como la provisión de bienes y recursos, la regulación del clima, los ciclos biogeoquímicos, el mantenimiento del suelo y la biodiversidad. De este modo, las selvas son relevantes desde el punto de vista biológico y socioeconómico.

La Península de Yucatán presenta una flora nativa propia debido a sus condiciones edáficas, climáticas y por su posición geográfica[3]. Alberga cinco tipos principales de selvas: selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana caducifolia (y subcaducifolia), selva baja caducifolia y selva baja inundable. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación que ocupa la mayor extensión en la Península[4].
En las últimas décadas la vegetación de la península de Yucatán ha sido transformada y sustituida por sistemas agropecuarios a consecuencia del cambio en el uso del suelo, las prácticas antrópicas más comunes son: el establecimiento de cultivos anuales, la expansión de pastizales para la ganadería extensiva, el crecimiento de las áreas urbanas y la expansión de la infraestructura de vías de comunicación, además de un aprovechamiento inadecuado de los recursos forestales. En suma, la falta de una política de planeación del uso del territorio ha provocado la pérdida de biodiversidad, estos cambios, también han provocado modificaciones en la estructura de la vegetación, composición florística, diversidad y abundancias de las especies de los remanentes de selvas de la península de Yucatán[5].

---

[2] Lewis, S. L. (2006). Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical Transactions of the Royal Society, 361.*

[3] Carnevali, G. I. Ramírez–Morillo & J. A. González–Iturbe. (2003). Flora y vegetación de la Península de Yucatán

[4] Durán, R. e I. Olmsted. 1999. Vegetación de la Península de Yucatán. In: A. García, J. Córdova y P. Chico Ordóñez,eds. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

[5] Gadow, K.V, (2004). "Manejo forestal con bases científicas". *Madera y Bosques.*

Como efecto de estas perturbaciones se originan diversas etapas de vegetación secundaria que constituyen en la actualidad el tipo de cubierta vegetal que domina la península de Yucatán.

Se considera que la caracterización cuantitativa de las selvas es un paso hacia el entendimiento de la estructura de la vegetación, la diversidad de especies, la abundancia y la dinámica de las comunidades vegetales. La caracterización de la vegetación es fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el estatus de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo, humedad, pH, etc.). La información generada en los estudios de caracterización constituye una herramienta para hacer propuestas de conservación en áreas reducidas o fragmentos de selvas, así como proponer medidas de manejo en aquellas que estén vinculadas a desarrollos diversos.

De esta manera el presente apartado tiene como objeto realizar el análisis técnico del uso de suelo y la caracterización actual de la vegetación del área del proyecto y sistema ambiental regional, el cual se encuentra inmerso en una porción de la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia, ubicado en el Municipio de Dzemul, en el estado de Yucatán.

Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto de acuerdo con INEGI

Tanto para SA como para el AP, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII se ha identificado un solo tipo de vegetación: **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC);** en cuando a los usos de suelo se registró uno solo: **Pastizal cultivado (PC),** este último representando la mayor superficie del predio AP. Ver la figura siguiente.

A continuación, se describen brevemente los tipos de vegetación presente y uso de suelo, de acuerdo con INEGI, 2021[6]

- **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC)**

Se trata de la vegetación con estado de sucesión secundaria mayormente dominado por el estrato arbóreo, su origen se debe cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. Estas comunidades arbóreas o subarbóreas de origen tropical crecen en lugares con precipitación estacional y en donde más del 75% de sus componentes vegetales pierden las hojas durante la época seca del año.

Se encuentra en climas AW1 y AW2 cálidos subhúmedos con condiciones más húmedas que AW0, con una temperatura media anual que va desde los 18 a 28 °C y precipitaciones

[6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI),2021. Guía para la interpretación de cartografía de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie VII. México.

que se enmarcan entre los 700 y 1 500 mm la precipitación es estacional concentrándose en 3 a 4 cuatro meses presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 metros con estratos arbustivos y herbáceos reducidos.

La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas de cerros, los suelos presentan características de la roca madre la cual puede ser ígnea, metamórfica o sedimentaria marina.

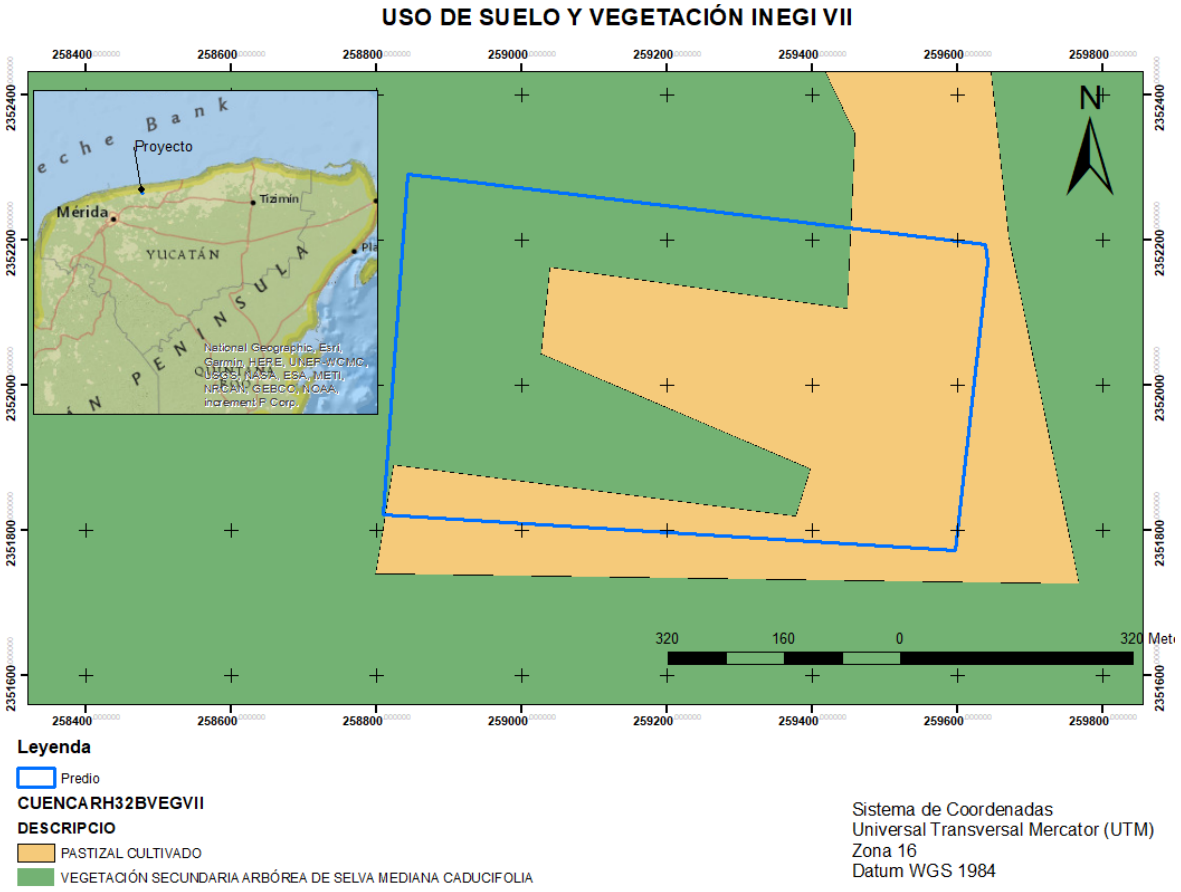

Figura III.5. Uso de Suelo y Vegetación dentro del AP. Fuente: INEGI VII. Elaboración propia.

Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad edáfica que la Selva Baja Caducifolia.

Las condiciones del suelo son bastante variables las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, el pH de ácido a ligeramente alcalino, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica y de diferentes colores. Por lo general son suelos jóvenes y bien drenados. Prospera en lugares más protegidos y con suelos más profundos, su altura es de 15 a 20 metros. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Maclura tinctoria Cordia dodecandra* (siricote, cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (Belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus*, *Gyrocarpus* sp., *Neomillspaughia emarginata*, *Gyrocarpus americanus* y *Caesalpinia gaumeri*, *Ehretia latifolia*, *Simarouba glauca*, *Terminalia buceras*, *Terminalia macrostachya*, *Tabebuia impetiginosa*.

Distribución: se presenta como una franja en dirección NE - SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche; también en la vertiente sur del Pacifico dentro del área del istmo de Tehuantepec existen selvas bastante densas y frondosas.

- **Pastizal Cultivado (PC)**

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, generalmente se les llama potreros en zonas tropicales. Característico como uso de suelo en ambos polígonos, tanto en el AP y como en SA.

De forma complementaria, y con la finalidad de corroborar la información proporcionada por las cartas de INEGI (VII), se realizó visitas técnicas en campo para conocer las condiciones del predio, su uso y estado de la vegetación, así mismo se realizó la caracterización de la vegetación mediante sitios de muestreo que evidenciaran la composición florística, tanto del AP, como del SA. Los datos se obtuvieron mediante una campaña de muestreo, del 17 al 29 de abril de 2026, durante el periodo de secas. La metodología utilizada se describe a continuación.

III.3.1.1. Metodología

Con la finalidad de corroborar y complementar la información proporcionada por INEGI, se realizó la caracterización de la vegetación mediante el establecimiento de sitios de muestreo que evidenciaran la composición florística del área de proyecto. Los datos se obtuvieron mediante campañas de muestreo en sitio. La metodología utilizada se describe a continuación.

Diseño de muestreo

En bosques tropicales de México y de acuerdo con Caballero (1974)[7], Aguirre et al (1997)[8], González et al (2002)[9]y Carcasés (2005)[10], para una intensidad de muestreo fija, es factible

[7] Caballero, M. (1974): ¿Piensa usted hacer un inventario forestal? Nota I.N.F. México. Vol. 2.

[8] O. A. Aguirre C., J. Jiménez P., E. J. Treviño G., B. Meraz A (1997). Evaluación de tamaño de diversos sitios de muestreo en inventarios forestales. Madera y Bosques.

[9] González, G. A., Gallegos, A. y Hernández, E. (2002): Evaluación del tamaño y forma de sitio de muestreo para el inventario de bosques tropicales. Proyecto CONACYT.

[10] Machado Carcasés, Gualvis; León Sánchez, María Amparo (2005). Selección del tamaño de parcela de muestreo para el inventario de los bosques pluvisilvas en Guantánamo. Ciencia en su PC, núm. 3. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba Santiago de Cuba, Cuba.

emplear unidades de muestreo de entre 500 a 750 m^2 en lugar de 1000 m^2 que normalmente se han venido utilizando. Esto redundaría en un aumento en el número total de unidades y en una mejor distribución de la muestra, así mismo a partir de estos tamaños la reducción del coeficiente de variación es mínimo en ambas formas respecto de otras medidas de unidad de muestreo.

Por otro lado, según el libro de procedimientos para el muestreo de campo del inventario nacional forestal y de suelos en México (CONAFOR, 2011)[11] se establecen sitios rectangulares en localidades con vegetación densa, donde se tiene escasa visibilidad y es impráctico establecer sitios circulares. Las comunidades vegetales donde se establecen estos sitios son selvas (altas, medianas y bajas), peten, selva de galería, manglar, popal, tular, vegetación halófila-hidrófila y matorrales densos.

De esta manera, considerando lo anterior y el tipo de vegetación encontrada en la zona del proyecto, para el muestreo vegetal tanto de AP como de SA se implementaron cuadrantes de 10m x 50m (500 m^2).

Se dividió a la población de cada unidad de muestreo, en subpoblaciones denominadas estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo). A continuación, se describen las unidades submuestrales que se analizaron para el presente estudio.

- **Estrato arbóreo**

En estos cuadrantes de 50 x10 para el estrato arbóreo se midió y registró (especies, y altura total y DAP) el arbolado cuyo diámetro normal a la altura de 1.30m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm. Es importante indicar que a los individuos que presentaron bifurcaciones antes de 1.30 metros sobre el nivel del suelo se les tomó la lectura del DAP de manera independiente con sus respectivas alturas, dicha condición es muy recurrente en el tipo de vegetación del área de estudio y en particular para las selvas del estado de Yucatán.



Figura III.6. Medición y etiquetado del arbolado.
Fuente: Equipo técnico de campo.

[11] Inventario Nacional Forestal y de Suelos. (2011). Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Comisión Nacional Forestal periférico poniente no. 5360 Colonia San Juan de Ocotán C.p 45019 Zapopan, Jalisco, México.

- **Estrato arbustivo**

Para el estrato arbustivo se empleó un subcuadrante de 10 m x 10 m con un total de 100 m2 en el extremo oeste del sitio, en este estrato únicamente se contabilizaron individuos. El criterio empleado para el registro fue el de hábito de vida estrictamente arbustivo e individuos arbóreos de repoblado y que su composición ya es leñosa pero no alcanza tallas para considerarlo un árbol (DN >=7.5 cm); es importante mencionar que en el estrato arbóreo al considerar un DAP inferior a 7.5 ya considera una gran población de ejemplares de repoblado.

- **Estrato herbáceo**

Para el estrato herbáceo se empleó un subcuadrante de 10x10 m en el extremo oeste del cuadrante principal (arbóreo). En este estrato al igual que en el estrato arbustivo únicamente se contabilizo individuos. En este subcudrante se contemplaron también a las especies de las familias Cactaceae, Bromeliaceae y Orquidaceae.

Con base en el diseño de muestreo propuesto, la técnica consiste en cuadrantes de diferentes dimensiones dependiendo del estrato: arbóreo de 500 m^2 (50 x 10 m) este siempre orientado en su tramo longitudinal hacia el Norte; arbustivo 100 m^2 (10 x 10 m) y herbáceo de 100 m^2 (10 x 10 m); tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura III.7. Método de cuadrantes empleados para los estratos. Fuente: equipo técnico.

Levantamiento de datos

Para la selección de los sitios de muestreo se consideró la información previamente obtenida en el apartado de uso de suelo y vegetación, y se complementó con el empleó la fotointerpretación de imágenes de satélite recientes del Google earth (2026), en esta fotointerpretación se referenciaron en coordenadas UTM zona 16 Q (Universal Transverse de Mercator) 10 sitios para el polígono del proyecto (AP) y 10 sitios para el sistema ambiental (SA). En la selección de los sitios se adoptó el criterio de la mínima perturbación posible, ya sea por causa natural o por actividades humanas; posteriormente con el fin de confrontar los resultados de la fotointerpretación se realizaron recorridos de campo.

Para la referencia de la ubicación del cuadrante en campo, se rectificaron las coordenadas de las esquinas del cuadrante con un GPS garmin modelo GPSMAP 67i; para facilitar su ubicación en campo se empleó pintura aerosol y cinta de marcaje de color naranja fluorescente y la cual contiene la información del sitio de muestreo para garantizar su identificación en campo.



Figura III.8. Marcaje de las esquinas del cuadrante. En la imagen la clave empleada C4AP, se interpreta como Cuadrante 4 del Area del Proyecto.
Fuente: Equipo técnico.

El levantamiento de datos de la flora consistió en el registro de la siguiente información:

- Nombre común (maya o español).
- Nombre científico.
- Altura total
- DAP (Diámetro a la altura del pecho), para estrato arbóreo.
- # de individuos en Estrato arbustivo y herbáceo.
- Observaciones.

En las observaciones se anotan rasgos característicos del organismo para su posterior identificación (cuando no pudieron ser determinadas taxonómicamente en campo) además de tomar fotografías de todos los taxones para facilitar su identificación en gabinete.

Identificación taxonómica

Todos los individuos registrados se determinaron a nivel especie *in situ* cuando fue posible o se recolectó material botánico de referencia, así como la toma de fotografías de diversas partes de los ejemplares, para su posterior determinación con ayuda de diferentes bibliografías, entre las que destacan claves taxonómicas (Pennington y Sarukhán, 2016[12], Rzedowski, G. C., 2005 [13]), listados Florísticos de México (Instituto de Biología, UNAM[14]),

[12] Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies (3era Edición). Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica.
[13] Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimpresión, Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
[14] Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. S.f. Listados Florísticos y Faunísticos. En: https://www.ib.unam.mx/ib/programa-editorial/listados/

bases de datos EncicloVida[15], Portal de Datos Abiertos de la UNAM[16], también se emplearon bases de datos del Missouri Botanical Garden[17] y Plantlist.org[18], floras virtuales de Mesoamérica[19] y de Nicaragua[20], así como de bibliografía especializada (Chan *et al*., 2002[21], y Espejel *et al.*, 2017[22]).

El listado de las especies observadas se ordenó alfabéticamente por orden, familias y especies. Se incluyen las categorías de protección de acuerdo con la NOM–059–SEMARNAT–2010, las que son endémicas, su estatus de conservación dentro de la Lista Roja de la IUCN y las especies enlistadas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Análisis de información

- **Esfuerzo de muestreo, curvas de acumulación e intervalo de confianza**

Uno de los métodos que se utiliza con frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra a continuación.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal).

Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado

[15] Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO. S.f. EncicloVida. En: https://enciclovida.mx

[16] Departamento de Botánica, Instituto de Biología (IBUNAM), Herbario Nacional de México, Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México.
Disponible en: http://datosabiertos.unam.mx/

[17] Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 20 agosto 2024. En: https://tropicos.org

[18] Plantlist. En http://www.theplantlist.org/tpl/search?q=

[19] Flora mesoamericana (http://legacy.tropicos.org/Project/FM)

[20] Flora de Nicaragua (http://legacy.tropicos.org/Project/FN

[21] Chan V.C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Edición especial, Fascículo 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

[22] Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Castillo-Campos, G., P. Garcillán, P., Álvarez, L., Castillo-Argüero, S., … Vanderplank, S. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botanica Mexicana*.

para la estimación de la riqueza son Jacknife de 1° y 2° orden, bootstrap y el desarrollado por Anne Chao, el Chao 2. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao 1.

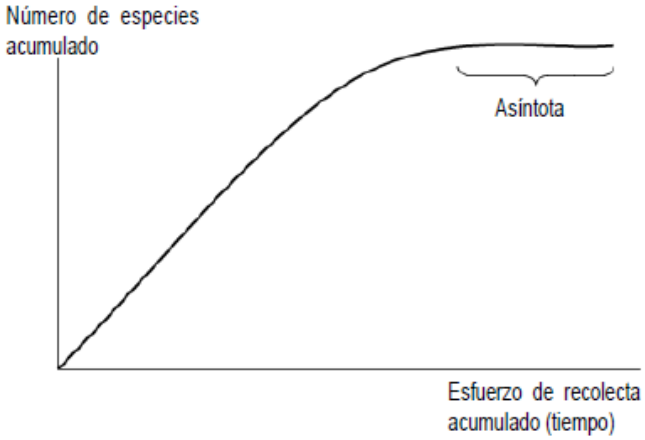

Figura III.9. Curva de acumulación de especies. Fuente: Escalante, T., 2003[23]

Los estimadores no paramétricos son herramientas que permiten conocer la riqueza específica de la biodiversidad y evaluar el grado de conocimiento de la taxocenosis de una determinada área o comunidad; para realizar el análisis de los estimadores, los datos por tipo de vegetación se corrieron mediante el software EstimateS 9.1.0 ® (Colwell, 2013).

- **Evaluación de la importancia ecológica**

Para realizar la evaluación de la importancia ecológica se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual nos permite comparar el "peso ecológico" o la "importancia ecológica relativa" de cada especie, dentro de un tipo específico de vegetación, revelando el valor en la comunidad vegetal.

La obtención del índice de valor de importancia similar para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura, entre sitios; se obtiene sumando sus valores de densidad, frecuencia y dominancia; esta suma nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, los valores varían de 0 a 300 (Franco *et al.*, 1989)[24].

Para obtenerlo se emplea la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IVI = D_R + F_R + D_{OR}}$$

Dónde:

D_R = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.
Densidad = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
F_R = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.
Frecuencia = Número de muestras en las que se encuentra una especie.
Do_R = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.

[23] Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay?, Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos, 52, 53–56.
[24] Franco, J., De la Cruz, J., Cruz, G., Rocha, R., Navarrete, S., Flores, M. y Bedina, S. (1989). Manual de ecología. México: Trillas.

Dominancia = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

La obtención del índice de valor de importancia similar para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura, entre sitios.

- **Análisis de Diversidad**

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas que miden; estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices y normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos[25].

Para el caso de este estudio solo se hará uso y referencia de la diversidad alfa o diversidad local, definida como la riqueza de especies de una comunidad particular y en un momento específico, a la que consideramos homogénea; esta la hemos calculado a partir de la estimación de los indicadores que a continuación se describen, mismos que fueron calculados con apoyo del software Past (*Paleontological Statistics* versión 3.06)[26] y la hoja de cálculo de Excel de Microsoft.

- **Índice de Shannon-Wiener[27] (H')**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. Para poder obtener la riqueza específica se lleva a cabo un inventario con el número total de especies (S).

El índice de Shannon-Wiener es el más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos). Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{s} pi\ ln\ pi}$$

[25] Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

[26] Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica, 4(1), 1–9.

[27] Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol I). Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
ln = Logaritmo natural (loge)
pi = Abundancia proporcional de la especie *i,* es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Equidad de Pielou**

Se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies y se calcula de la siguiente forma;

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
ln *= Logaritmo natural (loge)*
S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

La diversidad máxima (Hmax= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Es un valor requerido para el cálculo del índice de Pielou.

Descripción cualitativa de la comunidad

- **Estatus de protección y conservación a nivel nacional e internacional**

Para las especies registradas dentro del AP y el SA se consultó su categoría de riesgo a nivel nacional, según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Esta tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

Esta norma establece las siguientes categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Para la determinación de su estatus de protección a nivel internacional se consultó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN)[28], este es el inventario más completo del estado de conservación de especies de animales y plantas a nivel mundial.

Las Categorías y Criterios de La Lista Roja de UICN están diseñados para ser un sistema fácil y ampliamente entendido para clasificar especies en alto riesgo de extinción global. Divide especies en nueve categorías: No Evaluado, Datos Insuficientes, Preocupación Menor, Casi Amenazado, Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico, Extinto en Estado Silvestre y Extinto.

- **Estatus de Origen (Distribución de las especies)[29]**

Dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. Las actividades humanas constantemente modifican las áreas de distribución de las especies, creando y destruyendo hábitats, estableciendo barreras y corredores y transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares.

Es importante conocer algunos términos relacionados al origen y distribución de las especies.

- **Especie nativa:** Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies nativas tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras

[28] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Recuperado de: https://www.iucnredlist.org/es, el 22/06/2023.

[29] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Biodiversidad mexicana, 2023. Distribución de las especies. Consultado en: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp el 22/06/2023.

especies con las que han compartido su historia. Están bien adaptadas a las condiciones locales.

- **Especie endémica:** Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Los grupos de especies con menor capacidad de dispersión, como algunos insectos, anfibios y reptiles, tienen más especies con distribución restringida. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.

- **Especie exótica:** Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.

- **Especie exótica invasora:** Las especies exóticas se consideran invasoras cuando se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía.

III.3.1.2. Resultados obtenidos

Ubicación de los sitios de muestreo

La ubicación final de los sitios de muestreo es un trabajo conjunto de gabinete (diseño de la metodología) y campo (búsqueda de puntos de acuerdo con las condiciones generales de la vegetación en sitio), para realizar un muestreo representativo de la vegetación.

En total se realizaron 20 sitios de muestreo, 10 sitios para el AP y 10 sitios para el SA, lo cual equivale a un área total muestreada de 1 hectárea (10,000 m^2).

- **Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SA**

Dentro del SA se realizaron 10 sitios de muestreo. La ubicación de estos sitios se realizó conforme a lo descrito en el apartado anterior. También fue necesario reubicar en campo los sitios de muestreo cuando las condiciones de acceso no lo permitan por ejemplo al tratarse de predios particulares en donde es complejo el acceso libre.

En la siguiente tabla se registran las coordenadas UTM de los sitios de muestreo del SA. Es importante mencionar que el tipo de vegetación encontrada en esta fase de muestreo corresponde exactamente a **Vegetación Secundaria Arborea de Selva Baja Caducifolia**.

Tabla III.1. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del SA
Fuente: Elaboración propia

Cuadrantes	Vértices	X	Y
C1	0	258931.20	2352351.17
	1	258931.19	2352340.77
	2	258881.75	2352340.75

Cuadrantes	Vértices	X	Y
	3	258881.74	2352351.13
C2	0	259128.32	2352294.02
	1	259128.30	2352283.62
	2	259078.86	2352283.60
	3	259078.85	2352293.98
C3	0	259765.97	2351934.72
	1	259765.95	2351924.32
	2	259716.51	2351924.29
	3	259716.50	2351934.67
C4	0	259721.38	2352251.29
	1	259721.37	2352240.89
	2	259671.93	2352240.87
	3	259671.92	2352251.25
C5	0	259677.59	2352439.54
	1	259677.58	2352429.14
	2	259628.14	2352429.12
	3	259628.13	2352439.50
C6	0	258283.90	2349641.30
	1	258283.88	2349630.91
	2	258234.44	2349630.88
	3	258234.43	2349641.26
C7	0	258260.99	2349724.06
	1	258260.98	2349713.66
	2	258211.54	2349713.64
	3	258211.53	2349724.02
C8	0	259320.14	2351653.60
	1	259320.13	2351643.20
	2	259270.68	2351643.17
	3	259270.67	2351653.55
C9	0	259477.57	2351644.87
	1	259477.55	2351634.47
	2	259428.11	2351634.44
	3	259428.10	2351644.82
C10	0	259711.06	2351699.10
	1	259711.05	2351688.71
	2	259661.61	2351688.68
	3	259661.60	2351699.06

En el mapa de la página siguiente se muestra la ubicación de los sitios de muestreo dentro del SA.

- **Ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP**

En total se realizaron 10 sitios de muestreo distribuidos en la totalidad del polígono donde se pretende realizar las actividades del Proyecto.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas UTM de los vértices de construcción de cada cuadrante de muestreo.

Es importante mencionar que el tipo de vegetación encontrada en esta fase de muestreo corresponde exactamente a **Vegetación Secundaria Arborea de Selva Baja Caducifolia**.

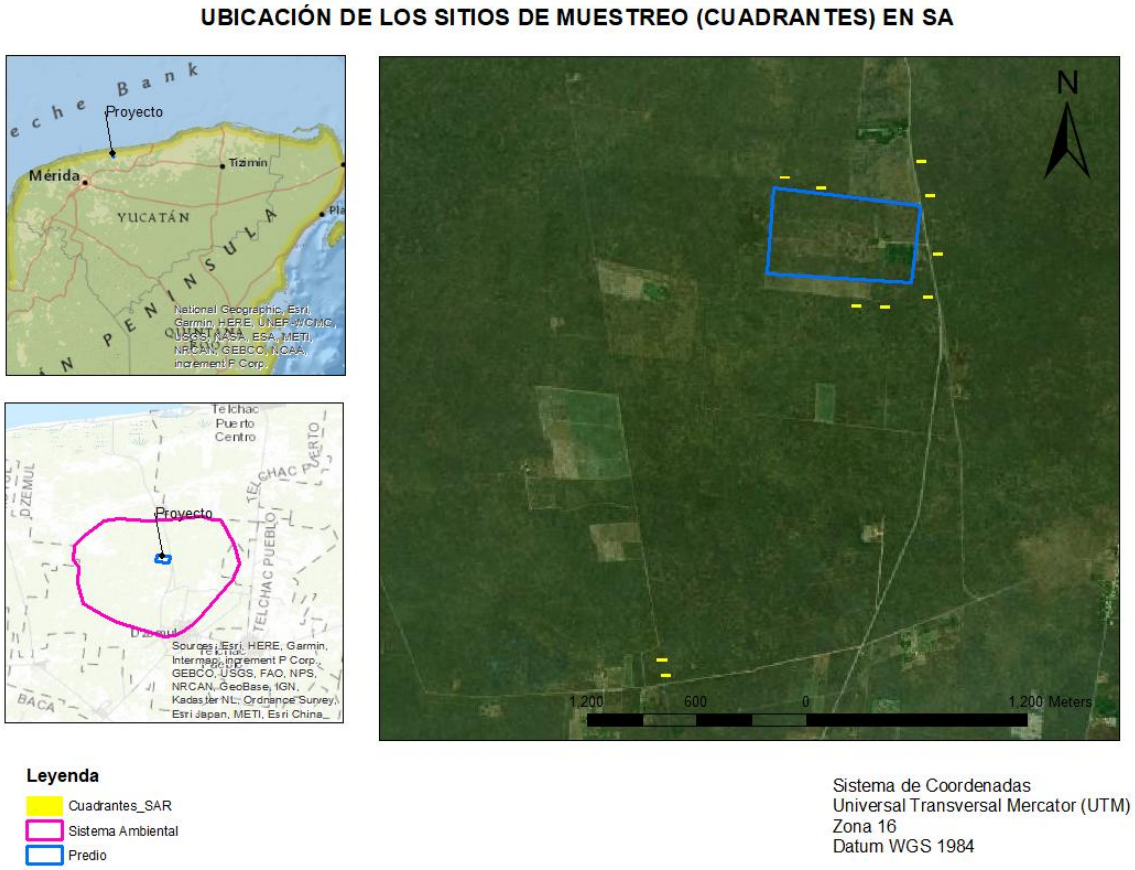

Figura III.2. Ubicación de los puntos de muestreo de flora dentro del SA.
Fuente: Trabajo de campo; Elaboración propia

Tabla III.2. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del AP.
Fuente: Elaboración propia

Cuadrantes	Vértices	X	Y
C1	0	259411.08	2351811.20
	1	259411.06	2351800.80
	2	259361.62	2351800.78
	3	259361.61	2351811.16

Cuadrantes	Vértices	X	Y
C2	0	259242.26	2351837.13
	1	259242.25	2351826.73
	2	259192.81	2351826.70
	3	259192.80	2351837.08
C3	0	259070.85	2351853.66
	1	259070.84	2351843.26
	2	259021.40	2351843.24
	3	259021.39	2351853.62
C4	0	258929.52	2351867.83
	1	258929.51	2351857.43
	2	258880.07	2351857.40
	3	258880.06	2351867.78
C5	0	258896.69	2352122.73
	1	258896.68	2352112.33
	2	258847.24	2352112.31
	3	258847.23	2352122.69
C6	0	258912.33	2352253.40
	1	258912.32	2352243.01
	2	258862.87	2352242.98
	3	258862.86	2352253.36
C7	0	258996.69	2352200.03
	1	258996.68	2352189.63
	2	258947.23	2352189.61
	3	258947.22	2352199.98
C8	0	259124.51	2352219.87
	1	259124.50	2352209.47
	2	259075.05	2352209.44
	3	259075.04	2352219.82
C9	0	259276.27	2352184.28
	1	259276.26	2352173.88
	2	259226.82	2352173.86
	3	259226.81	2352184.24
C10	0	259411.69	2352167.42
	1	259411.67	2352157.02
	2	259362.23	2352156.99
	3	259362.22	2352167.37

En el mapa de la siguiente página se muestra la ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP.

Tipo de Vegetación y Composición Florística del Sistema Ambiental

Derivado de los muestreos y recorridos de campo se pudo confirmar que la vegetación existente en el predio corresponde a **Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC),** difiriendo de lo citado por la Carta de INEGI la cual la clasifica como Vegetación Secundaria arbórea de Selva Mediana Caducifolia, esto debido a la diversidad obtenida la cual se encuentra conformada por especies afines a la selva baja caducifolia, y por las alturas registradas máximas las cuales no sobrepasan los 12 metros.

Para el análisis de la flora en el SA se realizaron 10 sitios de muestreo, donde **fueron registrados 2,445 individuos** distribuidos entre los estratos definidos como arbóreo, arbustivo y herbáceo. Durante la campaña de muestreo **se identificaron 102 especies**, pertenecientes a **42 familias botánicas**.

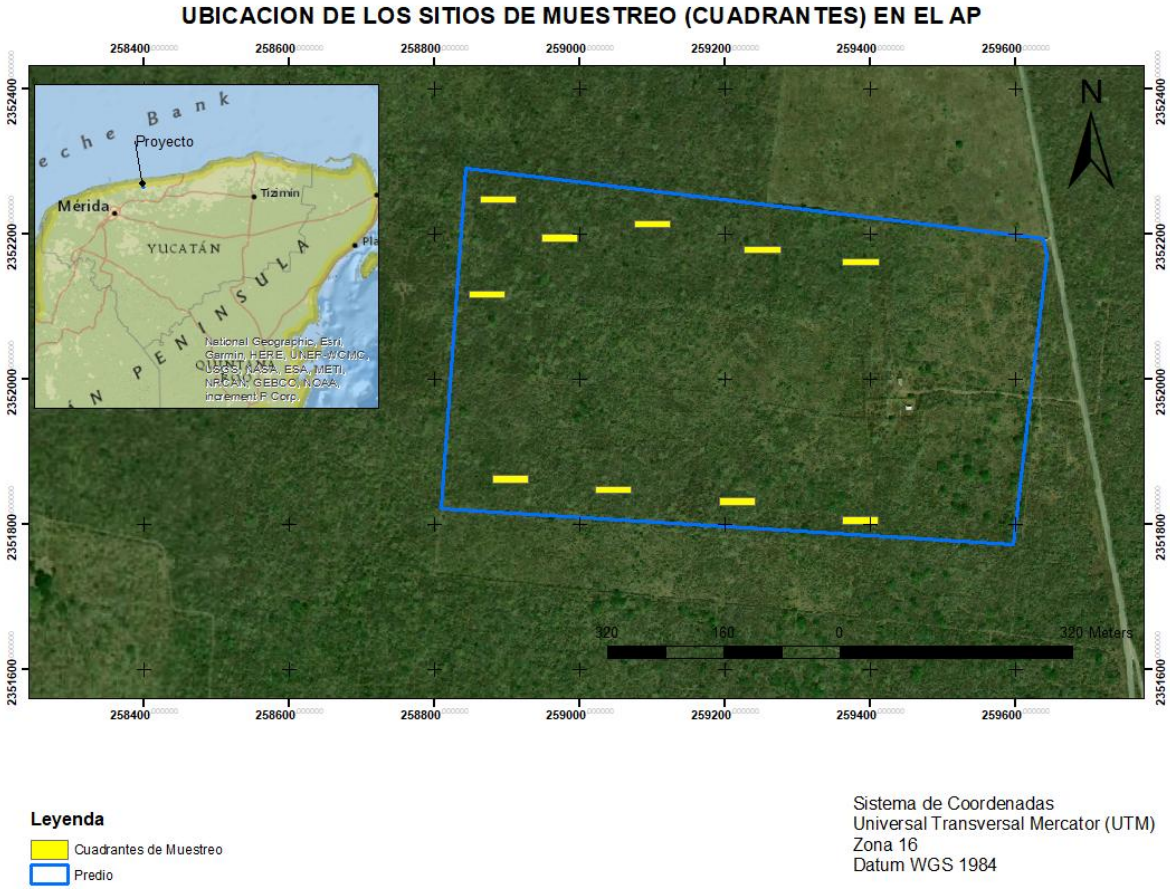

Figura III.3. Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el AP.
Fuente: Trabajo de campo. Elaboración propia

Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 19 especies, Euphorbiaceae con 9 especies, Malvaceae con 7 especies, Rubiaceae con 6 especies el resto de las familias

presentan 1 o 5 especies. La especie con mayor número de individuos registrados fue *Gymnopodium floribundum* con 244 individuos, seguida de *Bursera simaruba* con 223 individuos y *Coursetia caribaea* con 215 individuos. Ver en los anexos técnicos las bases de datos derivadas de los trabajos de campo.

En la siguiente tabla se muestran las especies registradas dentro del SA, su origen, su estatus de conservación dentro de la Lista Roja de la IUCN y las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Tabla III.3. Listado de especies registradas en el SA. Fuente: Elaboración propia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
1	Acanthaceae	Dicliptera sexangularis	K'u wech	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
2	Acanthaceae	Elytraria bromoides	chjiolu'um	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
3	Acanthaceae	Justicia lundellii	Aka' xiiw	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
4	Acanthaceae	Ruellia nudiflora	Chak mul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
5	Agavaceae	Agave angustifolia	ch'elem	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
6	Amaranthaceae	Alternanthera flavescens	sak-mul,	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Flor de mayo	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
8	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de mayo	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
9	Asteraceae	Melampodium divaricatum	Tajonal	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
10	Asteraceae	Melanthera nivea	levisa xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
11	Bignoniaceae	Bignonia diversifolia	Anilkab	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
12	Bignoniaceae	Dolichandra unguis-cati	Anil kab	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
13	Bignoniaceae	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
14	Bixaceae	Cochlospermum vitifolium	chuun	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
15	Boraginaceae	Cordia gerascanthus	bojom	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
16	Boraginaceae	Heliotropium angiospermum	cola de alacrán	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
17	Bromeliaceae	Bromelia karatas	Piñuela	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
18	Burseraceae	Bursera simaruba	Chak chakaj	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
19	Cactaceae	Acanthocereus tetragonus	tsakam	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II
20	Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	nej kisin, tso'ots'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II
21	Cactaceae	Nopalea inaperta	tsakam soots'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II
22	Capparaceae	Quadrella incana	bojk'anche'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
23	Capparaceae	Crateva tapia	k'olo'ma'ax	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
24	Commelinaceae	Commelina erecta	Paj ts'a	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
25	Convolvulaceae	Distimake aegyptius	tso' ots' aak'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
26	Cucurbitaceae	Sicydium tamnifolium	chak mots'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
27	Dioscoreaceae	Dioscorea floribunda	Makal k'uch	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
28	Ebenaceae	Diospyros salicifolia	U chul che	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
29	Euphorbiaceae	Dalechampia scandens	sak p'opox	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
30	Euphorbiaceae	Croton chichenensis	Xikin burro	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
31	Euphorbiaceae	Croton glabellus	susub yuk	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
32	Euphorbiaceae	Croton humillis	iik aban	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
33	Euphorbiaceae	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
34	Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri	Pomol che'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
35	Euphorbiaceae	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
36	Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis	P'oop'ox	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
37	Euphorbiaceae	Cnidoscolus aconitifolius	chaya silvestre	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
38	Euphorbiaceae	Euphorbia schlechtendalii	sak chakaj	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
39	Fabaceae	Apoplanesia paniculata	chulúul	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
40	Fabaceae	Centrosema virginianum	Bu'ul che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
41	Fabaceae	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
42	Fabaceae	Chamaecrista chamaecristoides	desconocido	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
43	Fabaceae	Coursetia caribaea	chi'ikam t'u'ul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
44	Fabaceae	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
45	Fabaceae	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
46	Fabaceae	Havardia albicans	Chukum	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
47	Fabaceae	Leucaena leucocephala	Waxim	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
48	Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
49	Fabaceae	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
50	Fabaceae	Piscidia piscipula	Ja'abin	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
51	Fabaceae	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
52	Fabaceae	Platymiscium yucatanum	Granadillo	Endémica	No enlistada	Casi amenazada	No enlistada
53	Fabaceae	Senegalia gaumeri	Box katsim	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
54	Fabaceae	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
55	Fabaceae	Vachellia pennatula	Chimay	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
56	Fabaceae	Condylostylis candida	desconocido	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
57	Fabaceae	Tara vesicaria	ya'ax k'iin che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
58	Lamiaceae	Ocimum campechianum	X-kakaltun	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
59	Lamiaceae	Salvia coccinea	t'uup k'iini	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
60	Malpighiaceae	Bunchosia swartziana	Sip che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
61	Malpighiaceae	Malpighia emarginata	Wayaktè	Nativa	No enlistada	Datos Insuficientes	No enlistada
62	Malvaceae	Abutilon permolle	Sak xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
63	Malvaceae	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
64	Malvaceae	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
65	Malvaceae	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
66	Malvaceae	Helicteres baruensis	Sutup	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
67	Malvaceae	Herissantia crispa	sak le', p'up'ul iik', sak miis	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
68	Malvaceae	Hibiscus poeppigii	Chinchinpool	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
69	Moraceae	Ficus cotinifolia	kopo'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
70	Nyctaginaceae	Guapira costaricana	desconocido	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
71	Nyctaginaceae	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
72	Passifloraceae	Passiflora foetida	poch, túubok, poch'aak'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
73	Phytolaccaceae	Rivina humilis	k'uxu'ub kaan	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
74	Poaceae	Lasiacis divaricata	Siit	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
75	Poaceae	Chloris ciliata	Yook t'uut'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
76	Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
77	Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
78	Polygonaceae	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
79	Primulaceae	Bonellia macrocarpa	chak sik'iix le'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
80	Rhamnaceae	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
81	Rhamnaceae	Colubrina elliptica	desconocido	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
82	Rubiaceae	Guettarda elliptica	Subin t'eel	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
83	Rubiaceae	Guettarda gaumeri	Chak yak' che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
84	Rubiaceae	Morinda royoc	Hoyoc	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
85	Rubiaceae	Randia aculeata	cruz k'iix	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
86	Rubiaceae	Randia obcordata	Kat k'aax	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
87	Rubiaceae	Spermacoce verticillata	Kaba mul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
88	Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
89	Rutaceae	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	Nativa	No enlistada	Vulnerable	No enlistada
90	Rutaceae	Zanthoxylum fagara	si na'an che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
91	Salicaceae	Casearia emarginata	Am che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
92	Sapindaceae	Serjania adiantoides	Boax aak'	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
93	Sapindaceae	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
94	Schoepfiaceae	Schoepfia schreberi	sak beek, sip che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
95	Solanaceae	Solanum tridynamum	puut balam	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
96	Ulmaceae	Phyllostylon brasiliense	káan che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
97	Verbenaceae	Lantana camara	orégano xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
98	Verbenaceae	Petrea volubilis	Oop'tsiimim	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
99	Violaceae	Hybanthus yucatanensis	Sak bakel kan	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
100	Vitaceae	Cissus trifoliata	Bolon tib ib	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
101	Ximeniaceae	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
102	Zygophyllaceae	Guaiacum sanctum	Guayacan	Nativa	Amenazada (A)	Casi amenazada	Apéndice II



Figura III.4. Aspecto de la vegetación secundaria encontrada en SA. Fuente: Equipo técnico de campo.

Después de realizar los muestreos, recorridos e identificación de las especies de flora en el SA, se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 el guayacan *Guaiacum sanctum* con estatus de Amenazada (A), se observaron 14 individuos, de los cuales 8 fueron considerados para la toma de datos (todos en estrato arbustivo) por cumplir con las condicionantes del muestreo.

En el cuadro siguiente se presentan las coordenadas UTM de los individuos observados, así como el cuadrante o sitio en el que se encontraron.

Tabla III.4. Coordenadas de ubicación de ejemplares de *Guaiacum sanctum* especie Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010) en SA. Fuente: Elaboración propia.

ID	Y	X	Ubicación	Registro
1	2352247.66	259666.96	Cuadrante 4	Con toma de datos
2	2352248.13	259664.99	Cuadrante 4	Con toma de datos
3	2352239.42	259661.95	Fuera de cuadrante	Observado
4	2352240.61	259687.10	Fuera de cuadrante	Observado
5	2352242.03	259688.57	Cuadrante 4	Observado
6	2352242.01	259704.36	Cuadrante 4	Observado
7	2352291.49	259088.60	Cuadrante 2	Con toma de datos
8	2352439.34	259633.21	Cuadrante 5	Con toma de datos
9	2352432.02	259641.42	Cuadrante 5	Con toma de datos

ID	Y	X	Ubicación	Registro
10	2352430.12	259642.32	Cuadrante 5	Observado
11	2352425.52	259639.14	Fuera de cuadrante	Observado
12	2352432.63	259637.16	Cuadrante 5	Con toma de datos
13	2352432.36	259633.32	Cuadrante 5	Con toma de datos
14	2352436.45	259633.90	Cuadrante 5	Con toma de datos

De manera complementaria se revisó la condición que guardan las especies en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), en el que se encontraron 54 especies en Preocupación menor (LC), 2 especies como Casi amenazada (NT) y 1 en Vulnerable (VU).

En cuanto al listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se encontraron 4 especies en el Apéndice II.

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies endémicas, nativas, exóticas y exótico-invasoras. De acuerdo con CONABIO (2023), gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país, en este sentido se identificaron 88 especies nativas y 14 endemismos de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán 3031 por su tipo de distribución.

Aunque el SA se encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación secundaria de los parches de selvas presentes se mantiene compuesta de especies principalmente nativas.

30 La Provincia Biótica de la Península de Yucatán, incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como las regiones septentrionales de Belice y Guatemala

31 Pérez-Sarabia, J.E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C., & Cetzal-Ix, W.. (2017). El conocimiento florístico de la Península de Yucatán, México. Polibotánica, (44), 39-49. https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.3





Figura III.5. *Guaiacum sanctum* (Guayacán) especie arbórea catalogada como Amenazada (A), en la NOM-059-SEMARNAT-2010.





Figura III.6. *Jatropha gaumeri* (Pomol che´) y *Bursera simaruba* (Chakaj), ejemplo de especies endémica y Nativa respectivamente, registradas en el SA.
Fuente. Equipo técnico de campo.

Esfuerzo de muestreo, curvas de acumulación e intervalo de confianza en el SA

En el SA se realizó el muestreo en 10 sitios, lo que equivale a una superficie de .5 ha (5000 m^2). Para determinar el correcto esfuerzo de muestreo dentro del SA, se realizó la curva de

acumulación de especies en donde se consideró el número total de sitios de muestreo. El número total de individuos que se registraron para el SA fueron **2,445 individuos** incluidos en **102 especies** que pertenecen a **42 familias botánicas**.

En lo que respecta a los estimadores, el estimador de incidencia de mejor ajuste estadístico fue **Bootstrap**, con una riqueza estimada de **118.09 especies**; lo que nos indica una completitud de muestreo de **86.37%** (especies registradas en el muestreo, respecto a las especies estimadas). Por otro lado, con la revisión de los estimadores de ACE y Chao 1, basados en la abundancia de cada especie, se identificó que el estimador de mejor ajuste estadístico (menor desviación estándar), corresponde a ACE con **113.76 especies**, lo que nos indica una completitud de muestreo del **89.66%.** A continuación, se presenta la información detallada por tipo de estimador.

Tabla III.5. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para el SA. Fuente: Elaboración propia.

Área		S (obs)	Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
SA	Riqueza	102	118.09	132.31	146.64	137.1	113.76	114.74
	Completitud		**86.37**	77.09	69.56	74.40	**89.66**	88.90

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación para el SA, donde se puede observar que no existen diferencia estadísticamente significativa por solapamiento de límites de confianza, al menos entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1, Chao2 y ACE; tal como se observa en la siguiente gráfica, con una tendencia asintótica.

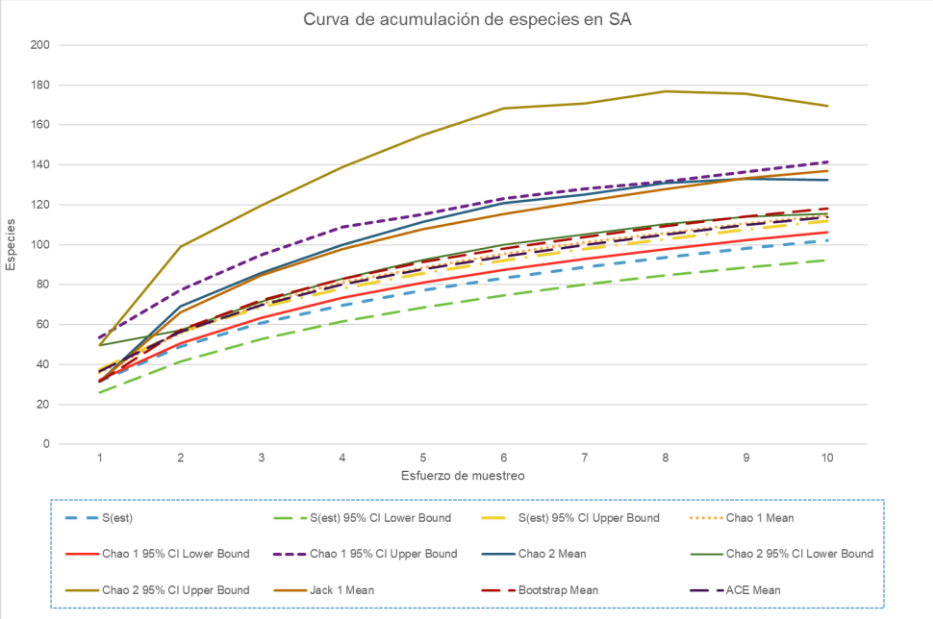

Figura III.15. Curva de acumulación de especies en el SA estimadas con Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE, del SA. Fuente: Elaboración propia.

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) DE LA VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad se presenta en las siguientes tablas.

Estrato Arbóreo

En la tabla siguiente, se presentan los valores de importancia (IVI) de las especies del estrato arbóreo que corresponde a individuos registrados en las unidades de muestreo. En total, en las 10 unidades de muestreo para obtener los valores del SA se registraron 47 especies que corresponden al estrato arbóreo, los valores más altos de IVI pertenecen a las especies *Bursera simaruba* (24.18%), *Gymnopodium floribundum* (9.17%), *Pithecellobium unguis-cati* (7.62%) y *Senegalia gaumeri* (7.58%).

Tabla III.6. Valor de Importancia (IVI). Estrato **arbóreo** del área del **SA**. Fuente. Elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa (%)	VIR	IVI
1	Plumeria rubra	Flor de mayo	0.296	1.361	0.419	2.075	0.692
2	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	0.197	1.361	0.158	1.715	0.572
3	Cochlospermum vitifolium	chuun	0.099	0.680	0.106	0.885	0.295
4	Cordia gerascanthus	bojom	0.888	2.721	0.809	4.418	1.473
5	Bursera simaruba	Chak chakaj	20.907	6.803	44.849	72.559	24.186
6	Crateva tapia	k'olo'ma'ax	0.099	0.680	0.271	1.050	0.350
7	Diospyros salicifolia	U chul che	0.296	0.680	0.123	1.099	0.366
8	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	2.268	3.401	0.852	6.521	2.174
9	Jatropha gaumeri	Pomol che'	7.002	4.082	3.834	14.917	4.972
10	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	0.493	1.361	0.187	2.041	0.680
11	Euphorbia schlechtendalii	sak chakaj	0.789	1.361	0.636	2.785	0.928
12	Apoplanesia paniculata	chulúul	0.197	0.680	0.304	1.181	0.394
13	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	1.381	2.721	0.974	5.076	1.692
14	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	0.099	0.680	0.045	0.824	0.275
15	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	2.564	2.041	1.172	5.777	1.926
16	Havardia albicans	Chukum	3.452	4.082	2.395	9.928	3.309
17	Leucaena leucocephala	Waxim	0.099	0.680	0.264	1.043	0.348
18	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	1.972	2.041	4.442	8.456	2.819
19	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	2.761	4.762	1.075	8.598	2.866
20	Piscidia piscipula	Ja'abin	3.452	4.082	7.604	15.137	5.046
21	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	10.256	5.442	7.184	22.882	7.627
22	Platymiscium yucatanum	Granadillo	0.296	0.680	0.832	1.808	0.603
23	Senegalia gaumeri	Box katsim	10.947	5.442	6.378	22.767	7.589
24	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	2.268	5.442	1.163	8.874	2.958

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa (%)	VIR	IVI
25	Vachellia pennatula	Chimay	1.282	2.721	1.167	5.170	1.723
26	Tara vesicaria	ya'ax k'iin che'	0.296	0.680	0.207	1.183	0.394
27	Bunchosia swartziana	Sip che'	0.197	1.361	0.075	1.632	0.544
28	Malpighia emarginata	Wayaktè	1.578	4.082	0.748	6.407	2.136
29	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	0.099	0.680	0.115	0.894	0.298
30	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	0.099	0.680	0.037	0.815	0.272
31	Ficus cotinifolia	kopo'	0.099	0.680	1.058	1.837	0.612
32	Guapira costaricana	desconocido	0.296	2.041	0.101	2.438	0.813
33	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	0.690	2.041	0.352	3.083	1.028
34	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	14.497	6.803	6.224	27.524	9.175
35	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	0.099	0.680	0.029	0.808	0.269
36	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	2.959	0.680	1.429	5.068	1.689
37	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	0.099	0.680	0.043	0.822	0.274
38	Colubrina elliptica	desconocido	0.493	1.361	0.202	2.056	0.685
39	Guettarda elliptica	Subin t'eel	0.296	1.361	0.266	1.922	0.641
40	Randia obcordata	Kat k'aax	0.789	2.721	0.350	3.860	1.287
41	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	0.690	1.361	0.287	2.338	0.779
42	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	0.197	0.680	0.084	0.962	0.321
43	Casearia emarginata	Am che'	0.197	0.680	0.074	0.952	0.317
44	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	0.394	0.680	0.219	1.294	0.431
45	Schoepfia schreberi	sak beek, sip che'	0.099	0.680	0.040	0.819	0.273
46	Phyllostylon brasiliense	káan che'	1.085	2.041	0.666	3.792	1.264
47	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	0.394	1.361	0.151	1.906	0.635
Total			100	100.000	100.000	300.000	100.000

Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el SA

En los ecosistemas naturales el índice de diversidad de Shannon varía entre "0" y no tiene límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra y cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos, se obtienen valores altos (>5).

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor, en contraparte, se ha considerado que ecosistemas con cierto grado de conservación presentan valores superiores a 3 y ecosistemas con valores menores a 2 presentan diversidades bajas.

Por otra parte, el índice de Equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; y su valor va de 0 a 1. Este índice toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas,

de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para estos índices por estrato muestreado.

Estrato Herbáceo

Tabla III.7. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato herbáceo del SA. Fuente. Elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Dicliptera sexangularis	K'u wech	7	0.0077	-4.8642	0.0375
2	Elytraria bromoides	chjiolu'um	3	0.0033	-5.7115	0.0189
3	Justicia lundellii	Aka' xiiw	14	0.0154	-4.1711	0.0644
4	Ruellia nudiflora	Chak mul	62	0.0684	-2.6830	0.1834
5	Agave angustifolia	ch'elem	4	0.0044	-5.4238	0.0239
6	Alternanthera flavescens	sak-mul,	2	0.0022	-6.1170	0.0135
7	Melampodium divaricatum	Tajonal	2	0.0022	-6.1170	0.0135
8	Melanthera nivea	levisa xiiw	129	0.1422	-1.9503	0.2774
9	Bignonia diversifolia	Anilkab	6	0.0066	-5.0184	0.0332
10	Dolichandra unguis-cati	Anil kab	26	0.0287	-3.5520	0.1018
11	Heliotropium angiospermum	cola de alacrán	4	0.0044	-5.4238	0.0239
12	Bromelia karatas	Piñuela	8	0.0088	-4.7307	0.0417
13	Acanthocereus tetragonus	tsakam	39	0.0430	-3.1466	0.1353
14	Pilosocereus gaumeri	nej kisin, tso'ots'	15	0.0165	-4.1021	0.0678
15	Nopalea inaperta	tsakam soots'	35	0.0386	-3.2548	0.1256
16	Commelina erecta	Paj ts'a	9	0.0099	-4.6129	0.0458
17	Distimake aegyptius	tso' ots' aak'	8	0.0088	-4.7307	0.0417
18	Sicydium tamnifolium	chak mots'	8	0.0088	-4.7307	0.0417
19	Dioscorea floribunda	Makal k'uch	4	0.0044	-5.4238	0.0239
20	Dalechampia scandens	sak p'opox	1	0.0011	-6.8101	0.0075
21	Croton chichenensis	Xikin burro	4	0.0044	-5.4238	0.0239
22	Croton humillis	iik aban	53	0.0584	-2.8399	0.1659
23	Tragia yucatanensis	P'oop'ox	10	0.0110	-4.5076	0.0497
24	Centrosema virginianum	Bu'ul che'	3	0.0033	-5.7115	0.0189
25	Chamaecrista chamaecristoides	desconocido	1	0.0011	-6.8101	0.0075
26	Coursetia caribaea	chi'ikam t'u'ul	215	0.2370	-1.4395	0.3412
27	Condylostylis candida	desconocido	4	0.0044	-5.4238	0.0239
28	Ocimum campechianum	X-kakaltun	1	0.0011	-6.8101	0.0075
29	Salvia coccinea	t'uup k'iini	1	0.0011	-6.8101	0.0075
30	Abutilon permolle	Sak xiiw	30	0.0331	-3.4089	0.1128
31	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	12	0.0132	-4.3252	0.0572

32	Helicteres baruensis	Sutup	7	0.0077	-4.8642	0.0375
33	Herissantia crispa	sak le', p'up'ul iik', sak miis	2	0.0022	-6.1170	0.0135
34	Hibiscus poeppigii	Chinchinpool	5	0.0055	-5.2007	0.0287
35	Passiflora foetida	poch, túubok, poch'aak'	1	0.0011	-6.8101	0.0075
36	Rivina humilis	k'uxu'ub kaan	2	0.0022	-6.1170	0.0135
37	Lasiacis divaricata	Siit	85	0.0937	-2.3675	0.2219
38	Chloris ciliata	Yook t'uut'	9	0.0099	-4.6129	0.0458
39	Morinda royoc	Hoyoc	61	0.0673	-2.6993	0.1815
40	Spermacoce verticillata	Kaba mul	1	0.0011	-6.8101	0.0075
41	Serjania adiantoides	Boax aak'	5	0.0055	-5.2007	0.0287
42	Solanum tridynamum	puut balam	3	0.0033	-5.7115	0.0189
43	Petrea volubilis	Oop'tsiimim	1	0.0011	-6.8101	0.0075
44	Hybanthus yucatanensis	Sak bakel kan	2	0.0022	-6.1170	0.0135
45	Cissus trifoliata	Bolon tib ib	3	0.0033	-5.7115	0.0189
			907		H'=	2.7835
					Hmax=	3.8067
					Equitatividad=	0.7312

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato herbáceo de 2.7835, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.8067, por lo que considera que en el estrato herbáceo del SA tiene una diversidad con una tendencia a media.

Respecto a la flora del SA en este estrato la equidad fue de 0.7312, el cual indica la dominancia de algunas especies.

Estrato Arbustivo

Tabla III.8. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato arbustivo del SA. Fuente. Elaboración propia

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Plumeria obtusa	Flor de mayo	1	0.0019	-6.2615	0.0119
2	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	41	0.0782	-2.5479	0.1994
3	Bursera simaruba	Chak chakaj	11	0.0210	-3.8636	0.0811
4	Quadrella incana	bojk'anche'	1	0.0019	-6.2615	0.0119
5	Croton glabellus	susub yuk	1	0.0019	-6.2615	0.0119
6	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	40	0.0763	-2.5726	0.1964
7	Jatropha gaumeri	Pomol che'	20	0.0382	-3.2658	0.1246
8	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	2	0.0038	-5.5683	0.0213
9	Cnidoscolus aconitifolius	chaya silvestre	3	0.0057	-5.1629	0.0296
10	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	8	0.0153	-4.1821	0.0638
11	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	1	0.0019	-6.2615	0.0119
12	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	3	0.0057	-5.1629	0.0296

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
13	Havardia albicans	Chukum	19	0.0363	-3.3171	0.1203
14	Leucaena leucocephala	Waxim	4	0.0076	-4.8752	0.0372
15	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	14	0.0267	-3.6224	0.0968
16	Piscidia piscipula	Ja'abin	1	0.0019	-6.2615	0.0119
17	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	15	0.0286	-3.5534	0.1017
18	Senegalia gaumeri	Box katsim	48	0.0916	-2.3903	0.2190
19	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	21	0.0401	-3.2170	0.1289
20	Vachellia pennatula	Chimay	2	0.0038	-5.5683	0.0213
21	Bunchosia swartziana	Sip che'	5	0.0095	-4.6521	0.0444
22	Malpighia emarginata	Wayaktè	7	0.0134	-4.3156	0.0577
23	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	32	0.0611	-2.7958	0.1707
24	Guapira costaricana	desconocido	3	0.0057	-5.1629	0.0296
25	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	4	0.0076	-4.8752	0.0372
26	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	97	0.1851	-1.6868	0.3122
27	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	68	0.1298	-2.0420	0.2650
28	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	1	0.0019	-6.2615	0.0119
29	Bonellia macrocarpa	chak sik'iix le'	2	0.0038	-5.5683	0.0213
30	Guettarda elliptica	Subin t'eel	5	0.0095	-4.6521	0.0444
31	Guettarda gaumeri	Chak yak' che'	6	0.0115	-4.4697	0.0512
32	Randia aculeata	cruz k'iix	2	0.0038	-5.5683	0.0213
33	Randia obcordata	Kat k'aax	7	0.0134	-4.3156	0.0577
34	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	16	0.0305	-3.4889	0.1065
35	Zanthoxylum fagara	si na'an che'	1	0.0019	-6.2615	0.0119
36	Casearia emarginata	Am che'	1	0.0019	-6.2615	0.0119
37	Lantana camara	orégano xiiw	2	0.0038	-5.5683	0.0213
38	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	1	0.0019	-6.2615	0.0119
39	Guaiacum sanctum	Guayacan	8	0.0153	-4.1821	0.0638
			524		H'=	2.8825
					Hmax=	3.6636
					Equitatividad=	0.7868

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato arbustivo es de 2.8825, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.6636, por lo que considera que en el estrato arbustivo del SA tiene una diversidad media con tendencia al alta.

Respecto a la flora de este estrato del SA la equidad fue de 0.7868 el cual se distribuye prácticamente de manera equitativa.

Estrato Arbóreo

Tabla III.9. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato arbóreo del SA.
Fuente. Elaboración propia

ID	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Plumeria rubra	Flor de mayo	3	0.0030	-5.8230	0.0172
2	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	2	0.0020	-6.2285	0.0123
3	Cochlospermum vitifolium	chuun	1	0.0010	-6.9217	0.0068
4	Cordia gerascanthus	bojom	9	0.0089	-4.7244	0.0419
5	Bursera simaruba	Chak chakaj	212	0.2091	-1.5651	0.3272
6	Crateva tapia	k'olo'ma'ax	1	0.0010	-6.9217	0.0068
7	Diospyros salicifolia	U chul che	3	0.0030	-5.8230	0.0172
8	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	23	0.0227	-3.7862	0.0859
9	Jatropha gaumeri	Pomol che'	71	0.0700	-2.6590	0.1862
10	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	5	0.0049	-5.3122	0.0262
11	Euphorbia schlechtendalii	sak chakaj	8	0.0079	-4.8422	0.0382
12	Apoplanesia paniculata	chulúul	2	0.0020	-6.2285	0.0123
13	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	14	0.0138	-4.2826	0.0591
14	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	1	0.0010	-6.9217	0.0068
15	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	26	0.0256	-3.6636	0.0939
16	Havardia albicans	Chukum	35	0.0345	-3.3663	0.1162
17	Leucaena leucocephala	Waxim	1	0.0010	-6.9217	0.0068
18	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	20	0.0197	-3.9259	0.0774
19	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	28	0.0276	-3.5895	0.0991
20	Piscidia piscipula	Ja'abin	35	0.0345	-3.3663	0.1162
21	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	104	0.1026	-2.2773	0.2336
22	Platymiscium yucatanum	Granadillo	3	0.0030	-5.8230	0.0172
23	Senegalia gaumeri	Box katsim	111	0.1095	-2.2121	0.2422
24	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	23	0.0227	-3.7862	0.0859
25	Vachellia pennatula	Chimay	13	0.0128	-4.3567	0.0559
26	Tara vesicaria	ya'ax k'iin che'	3	0.0030	-5.8230	0.0172
27	Bunchosia swartziana	Sip che'	2	0.0020	-6.2285	0.0123
28	Malpighia emarginata	Wayaktè	16	0.0158	-4.1491	0.0655
29	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	1	0.0010	-6.9217	0.0068
30	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	1	0.0010	-6.9217	0.0068
31	Ficus cotinifolia	kopo'	1	0.0010	-6.9217	0.0068
32	Guapira costaricana	desconocido	3	0.0030	-5.8230	0.0172
33	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	7	0.0069	-4.9757	0.0343
34	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	147	0.1450	-1.9312	0.2800
35	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	1	0.0010	-6.9217	0.0068
36	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	30	0.0296	-3.5205	0.1042
37	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	1	0.0010	-6.9217	0.0068
38	Colubrina elliptica	desconocido	5	0.0049	-5.3122	0.0262

ID	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
39	Guettarda elliptica	Subin t'eel	3	0.0030	-5.8230	0.0172
40	Randia obcordata	Kat k'aax	8	0.0079	-4.8422	0.0382
41	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	7	0.0069	-4.9757	0.0343
42	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	2	0.0020	-6.2285	0.0123
43	Casearia emarginata	Am che'	2	0.0020	-6.2285	0.0123
44	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	4	0.0039	-5.5354	0.0218
45	Schoepfia schreberi	sak beek, sip che'	1	0.0010	-6.9217	0.0068
46	Phyllostylon brasiliense	káan che'	11	0.0108	-4.5238	0.0491
47	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	4	0.0039	-5.5354	0.0218
			1014		H'=	2.7936
					Hmax=	3.8501
					Equitatividad=	0.7256

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato arbóreo de 2.7936, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.8501 por lo que considera que en el estrato arbóreo del SA tiene una diversidad media, no obstante, esta cerca de alcanzar un valor de alta diversidad.

Respecto a la flora de este estrato del SA la equidad fue de 0.7256 el cual se distribuye prácticamente de manera equitativa, salvo por algunas especies dominantes.

Caracterización de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)

Tipo de Vegetación y Composición florística del AP

Para el análisis de la flora en el AP se realizaron 10 sitios de muestreo, donde fueron registrados 2685 individuos distribuidos entre los estratos definidos como arbóreo, arbustivo y herbáceo. Durante la campaña de muestreo se identificaron 90 especies, pertenecientes a 30 familias botánicas. De manera anexa se presenta a detalle la Base de Datos de Flora, (tanto del SA como del AP) en formato Excel para su revisión detallada.

Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 19 especies, Malvaceae y Euphorbiaceae con 8 y 7 especies respectivamente. La especie con mayor número de individuos registrados fue *Gymnopodium floribundum* con 393 individuos, seguida de *Senegalia gaumeri* con 206 individuos y *Havardia albicans* con 189 individuos.

Así mismo se identificaron 76 especies nativas y 14 endemismos de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán [32] [33] por su tipo de distribución.

32 La Provincia Biótica de la Península de Yucatán, incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como las regiones septentrionales de Belice y Guatemala

33 Pérez-Sarabia, J.E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C., & Cetzal-Ix, W.. (2017). El

En cuanto a su estatus de conservación, se encontró una especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el *Guaiacum sanctum* cataloga como Amenazada.

De acuerdo con Lista Roja de la IUCN se encontraron 48 especies (45 en Preocupación menor, 2 Casi amenazada, 1 Vulnerable y 1 En Peligro); en cuando a la lista de CITES se encontraron 4 especies en el Apéndice II.

En la tabla siguiente se puede consultar el listado y el detalle de cada especie.

Tabla III.10. Listado de **especies registradas en el AP**. Fuente: Elaboración propia.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
1	Acanthaceae	Dicliptera sexangularis	K'u wech	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
2	Acanthaceae	Elytraria bromoides	chjiolu'um	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
3	Acanthaceae	Ruellia nudiflora	Chak mul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
4	Anacardiaceae	Spondias purpurea	Ciruela	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
5	Amaranthaceae	Alternanthera flavescens	sak-mul,	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
6	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Flor de mayo	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
7	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de mayo	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
8	Asteraceae	Melampodium divaricatum	Tajonal	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
9	Asteraceae	Melanthera nivea	levisa xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
10	Bignoniaceae	Bignonia diversifolia	Anilkab	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
11	Bignoniaceae	Dolichandra unguis-cati	Anil kab	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
12	Bignoniaceae	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
13	Boraginaceae	Cordia gerascanthus	bojom	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
14	Boraginaceae	Heliotropium angiospermum	cola de alacrán	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
15	Bromeliaceae	Bromelia karatas	Piñuela	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
16	Burseraceae	Bursera simaruba	Chak chakaj	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
17	Cactaceae	Acanthocereus tetragonus	tsakam	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II
18	Cactaceae	Pilosocereus gaumeri	nej kisin, tso'ots'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II

conocimiento florístico de la Península de Yucatán, México. Polibotánica, (44), 39-49. https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.3

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
19	Cactaceae	Nopalea inaperta	tsakam soots'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	Apéndice II
20	Capparaceae	Quadrella incana	bojk'anche'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
21	Commelinaceae	Commelina erecta	Paj ts'a	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
22	Convolvulaceae	Distimake aegyptius	tso' ots' aak'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
23	Convolvulaceae	Ipomoea triloba	Is aak'il	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
24	Dioscoreaceae	Dioscorea floribunda	Makal k'uch	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
25	Ebenaceae	Diospyros salicifolia	U chul che	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
26	Euphorbiaceae	Dalechampia scandens	sak p'opox	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
27	Euphorbiaceae	Croton glabellus	susub yuk	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
28	Euphorbiaceae	Croton humillis	iik aban	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
29	Euphorbiaceae	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
30	Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri	Pomol che'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
31	Euphorbiaceae	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
32	Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis	P'oop'ox	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
33	Fabaceae	Apoplanesia paniculata	chulúul	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
34	Fabaceae	Centrosema virginianum	Bu'ul che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
35	Fabaceae	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
36	Fabaceae	Chamaecrista chamaecristoides	desconocido	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
37	Fabaceae	Coulteria mollis	Chak te'	Nativa	No enlistada	Datos Insuficientes	No enlistada
38	Fabaceae	Coursetia caribaea	chi'ikam t'u'ul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
39	Fabaceae	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
40	Fabaceae	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
41	Fabaceae	Havardia albicans	Chukum	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
42	Fabaceae	Leucaena leucocephala	Waxim	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
43	Fabaceae	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
44	Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
45	Fabaceae	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
46	Fabaceae	Piscidia piscipula	Ja'abin	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
47	Fabaceae	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
48	Fabaceae	Platymiscium yucatanum	Granadillo	Endémica	No enlistada	Casi amenazada	No enlistada
49	Fabaceae	Senegalia gaumeri	Box katsim	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
50	Fabaceae	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
51	Fabaceae	Vachellia pennatula	Chimay	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
52	Malpighiaceae	Bunchosia swartziana	Sip che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
53	Malpighiaceae	Malpighia emarginata	Wayaktè	Nativa	No enlistada	Datos Insuficientes	No enlistada
54	Malvaceae	Abutilon permolle	Sak xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
55	Malvaceae	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
56	Malvaceae	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
57	Malvaceae	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
58	Malvaceae	Helicteres baruensis	Sutup	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
59	Malvaceae	Herissantia crispa	sak le', p'up'ul iik', sak miis	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
60	Malvaceae	Hibiscus poeppigii	Chinchinpool	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
61	Malvaceae	Melochia tomentosa	sak chi'chi'bej	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
62	Nyctaginaceae	Guapira costaricana	desconocido	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
63	Nyctaginaceae	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
64	Passifloraceae	Passiflora foetida	poch, túubok, poch'aak'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
65	Phytolaccaceae	Rivina humilis	k'uxu'ub kaan	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
66	Poaceae	Lasiacis divaricata	Siit	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
67	Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
68	Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
69	Polygonaceae	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
70	Primulaceae	Bonellia macrocarpa	chak sik'iix le'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES
71	Rhamnaceae	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
72	Rhamnaceae	Ziziphus yucatanensis	desconocido	Endémica	No enlistada	En peligro	No enlistada
73	Rubiaceae	Guettarda elliptica	Subin t'eel	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
74	Rubiaceae	Guettarda gaumeri	Chak yak' che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
75	Rubiaceae	Morinda royoc	Hoyoc	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
76	Rubiaceae	Randia aculeata	cruz k'iix	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
77	Rubiaceae	Randia obcordata	Kat k'aax	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
78	Rubiaceae	Spermacoce verticillata	Kaba mul	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
79	Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
80	Rutaceae	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	Nativa	No enlistada	Vulnerable	No enlistada
81	Salicaceae	Casearia emarginata	Am che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
82	Sapindaceae	Serjania adiantoides	Boax aak'	Endémica	No enlistada	No enlistada	No enlistada
83	Sapindaceae	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	Endémica	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
84	Sapindaceae	Urvillea ulmacea	lot sak', k'an sep aak'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
85	Ulmaceae	Phyllostylon brasiliense	káan che'	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
86	Verbenaceae	Lantana camara	orégano xiiw	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
87	Violaceae	Hybanthus yucatanensis	Sak bakel kan	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
88	Vitaceae	Cissus trifoliata	Bolon tib ib	Nativa	No enlistada	No enlistada	No enlistada
89	Ximeniaceae	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	Nativa	No enlistada	Preocupación menor	No enlistada
90	Zygophyllaceae	Guaiacum sanctum	Guayacan	Nativa	Amenazada (A)	Casi amenazada	Apéndice II

Respecto de la especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el *Guaiacum sanctum*, se encontraron 9 ejemplares, de los cuales 6 fueron observados en el área de los cuadrantes y de éstos, 4 se registraron con datos por cumplir con las condiciones para ser considerado en el muestreo; así mismo, se pudo registrar por observación al menos 3 individuos fuera del área de los cuadrantes.

Tabla III.11. Coordenadas de Ubicación de ejemplares de *Guaiacum sanctum,* especie Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010) en AP. Fuente: Elaboración propia.

ID	Y	X	Ubicación	Registro
1	2352161.06	259371.10	C10	Observado
2	2352172.60	259408.02	Fuera de cuadrante	Observado
3	2352162.50	259408.61	C10	Observado
4	2352184.17	259276.01	C9	Con toma de datos
5	2352221.80	259104.82	Fuera de cuadrante	Observado
6	2352200.94	258986.76	C7	Con toma de datos
7	2352248.17	258870.33	C10	Con toma de datos
8	2352237.33	258915.03	Fuera de cuadrante	Observado
9	2352120.52	258865.86	C10	Con toma de datos



Figura III.7. Aspecto de la de vegetación presente en el AP. Fuente: equipo técnico de campo.

Ver otras imágenes de la vegetación presente en el área del proyecto (AP) en las figuras de la página siguiente.

Esfuerzo de muestreo, curvas de acumulación e intervalo de confianza en el AP

En el AP se realizó el muestreo en 10 sitios, lo que equivale a una superficie de 0.5 ha (5000 m^2). Para determinar el correcto esfuerzo de muestreo dentro del AP, se realizó la curva de acumulación de especies en donde se consideró el número total de sitios de muestreo. El número total de individuos que se registraron para el AP fueron 2,685 individuos incluidas en 90 especies que pertenecen a 36 familias.



Figura III.17. Aspecto de la vegetación presente en la superficie del AP. Fuente: equipo técnico de campo.



Figura III.8. *Gymnopodium floribundum* (Ts'iits'ilche'), especie de mayor representación, nativa, registrada en el AP. Fuente: equipo técnico de campo.



Figura III.19. *Senegalia gaumeri* (Box katsim) segunda especie mejor representada, endémica registrada en el AP. Fuente: equipo técnico de campo.

Esfuerzo de muestreo, curvas de acumulación e intervalo de confianza en el AP

En el AP se realizó el muestreo en 10 sitios, lo que equivale a una superficie de 0.5 ha (5000 m^2). Para determinar el correcto esfuerzo de muestreo dentro del AP, se realizó la curva de acumulación de especies en donde se consideró el número total de sitios de muestreo.

El número total de individuos que se registraron para el AP fueron 2685 individuos incluidas en 90 especies que pertenecen a 36 familias.

En lo que respecta a los estimadores, el estimador de incidencia de mejor ajuste estadístico fue **Bootstrap**, con una riqueza estimada de **99.69 especies**; lo que nos indica una completitud de muestreo de **90.33%** (especies registradas en el muestreo, respecto a las especies estimadas).

Por otro lado, con la revisión de los estimadores de ACE y Chao 1, basados en la abundancia de cada especie, se identificó que el estimador de ajuste estadístico (menor desviación estándar), corresponde a **Chao 1 con 99.75 especies**, lo que nos indica una completitud de muestreo del **90.23%.**

A continuación, se presenta la información detallada por tipo de estimador.

Tabla III.12. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para el AP. Fuente: Elaboración propia.

Área		S (obs)	Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AP	Riqueza	90	99.64	108.98	108.21	110.7	98	99.75
	Completitud		**90.33**	82.58	83.17	81.30	91.84	**90.23**

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación para el AP, donde se puede observar que no existen diferencia estadísticamente significativa por solapamiento de límites de confianza, al menos entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1, Chao2 y ACE; tal como se observa en la siguiente gráfica, con todos los estimadores muestran una tendencia asintótica.

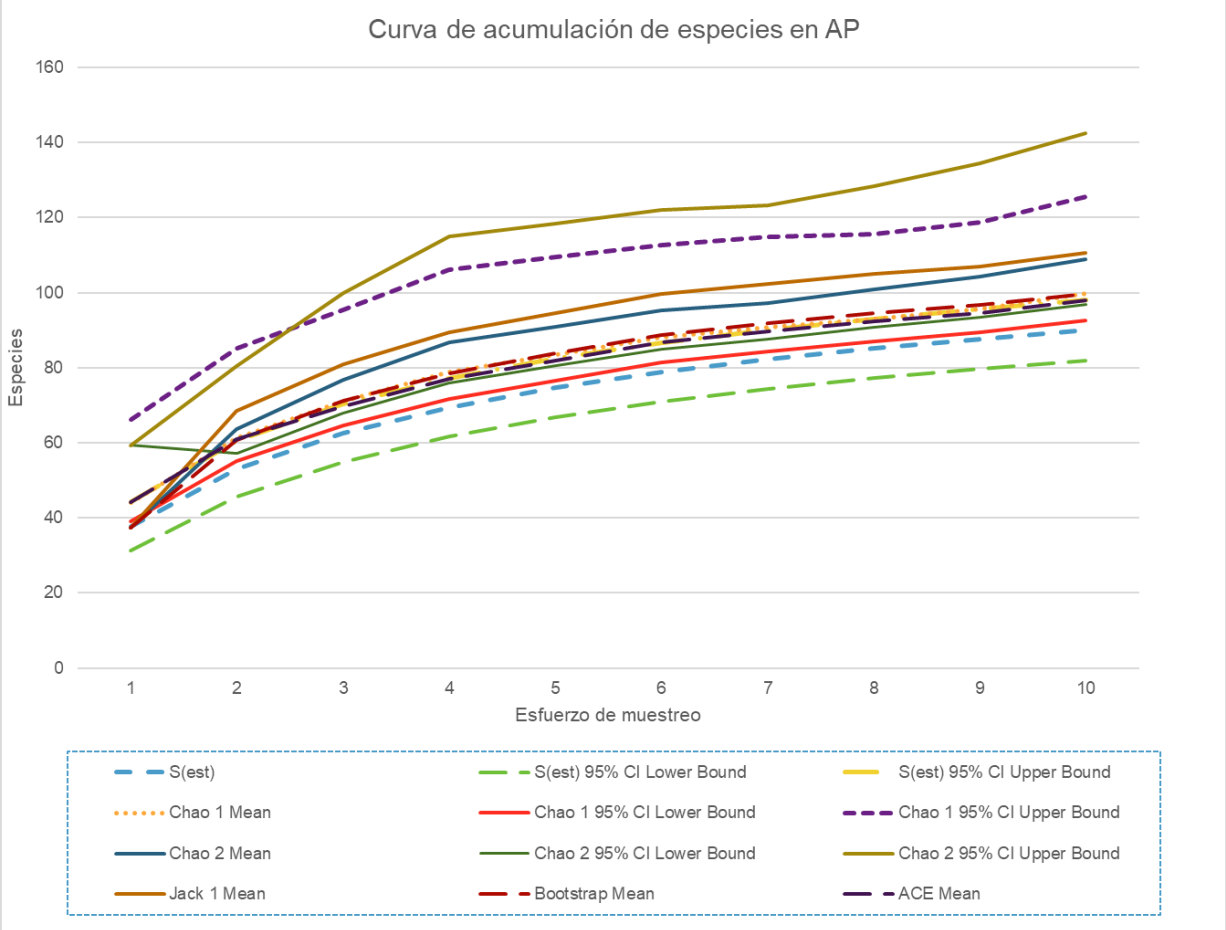

Figura III.20. Curva de acumulación de especies en el AP estimadas con Chao 1, Chao 2 (con sus límites de confianza al 95%), Bootstrap, Jack 1 y ACE, del AP. Fuente: elaboración propia.

Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación en el AP

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para el estrato arbóreo de la comunidad se presenta en las siguientes tablas.

Estrato Arbóreo

En la tabla siguiente, se presentan los valores de importancia (IVI) de las especies del estrato arbóreo que corresponde a individuos registradas en las unidades de muestreo. En total, en las 10 unidades de muestreo para obtener los valores del predio se registraron 46 especies que corresponden al estrato arbóreo, los valores de las tres especies registradas con mayor IVI son *Bursera simaruba* (17.699%), *Gymnopodium floribundum* (9.772%) y *Senegalia gaumeri* con (8.495%).

Tabla III.13. Valor de Importancia (IVI). Estrato arbóreo del área del AP. Fuente: elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa (%)	VIR	IVI
1	Spondias purpurea	Ciruela	0.274	0.980	0.094	1.348	0.449
2	Plumeria obtusa	Flor de mayo	0.091	0.490	0.193	0.775	0.258
3	Plumeria rubra	Flor de mayo	0.182	0.490	0.122	0.795	0.265
4	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	2.555	2.451	1.101	6.106	2.035
5	Cordia gerascanthus	bojom	1.551	3.431	2.357	7.339	2.446
6	Bursera simaruba	Chak chakaj	14.872	4.902	33.322	53.096	17.699
7	Nopalea inaperta	tsakam soots'	0.182	0.980	0.086	1.249	0.416
8	Quadrella incana	bojk'anche'	0.456	1.471	0.162	2.089	0.696
9	Diospyros salicifolia	U chul che	0.182	0.490	0.087	0.760	0.253
10	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	1.004	3.431	0.832	5.267	1.756
11	Jatropha gaumeri	Pomol che'	7.208	4.412	5.102	16.722	5.574
12	Apoplanesia paniculata	chulúul	1.734	1.961	1.929	5.624	1.875
13	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	1.095	2.451	1.126	4.672	1.557
14	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	0.182	0.980	0.092	1.254	0.418
15	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	0.730	0.490	0.410	1.630	0.543
16	Havardia albicans	Chukum	11.679	4.412	9.396	25.486	8.495
17	Leucaena leucocephala	Waxim	0.091	0.490	0.067	0.649	0.216
18	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul	1.277	2.451	0.886	4.614	1.538
19	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	0.730	1.961	0.827	3.517	1.172
20	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	4.471	4.412	2.026	10.908	3.636
21	Piscidia piscipula	Ja'abin	2.099	3.922	8.213	14.233	4.744
22	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	3.832	3.922	2.758	10.511	3.504
23	Platymiscium yucatanum	Granadillo	0.821	2.451	1.401	4.673	1.558

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa (%)	VIR	IVI
24	Senegalia gaumeri	Box katsim	9.945	4.902	7.701	22.548	7.516
25	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	0.547	2.941	0.457	3.946	1.315
26	Vachellia pennatula	Chimay	1.460	3.431	1.319	6.210	2.070
27	Bunchosia swartziana	Sip che'	0.547	1.961	0.196	2.704	0.901
28	Malpighia emarginata	Wayaktè	1.460	2.941	0.992	5.393	1.798
29	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	0.639	0.980	2.646	4.266	1.422
30	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	0.091	0.490	0.054	0.635	0.212
31	Guapira costaricana	desconocido	0.639	1.961	0.695	3.294	1.098
32	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	1.095	3.431	0.773	5.299	1.766
33	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	16.788	4.902	7.624	29.315	9.772
34	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	0.182	0.490	0.100	0.773	0.258
35	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	0.639	0.980	0.455	2.074	0.691
36	Bonellia macrocarpa	chak sik'iix le'	0.091	0.490	0.032	0.613	0.204
37	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	0.639	1.471	0.482	2.591	0.864
38	Guettarda elliptica	Subin t'eel	0.456	1.961	0.166	2.583	0.861
39	Randia obcordata	Kat k'aax	3.741	4.902	1.732	10.375	3.458
40	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	0.639	0.980	0.380	1.999	0.666
41	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	0.091	0.490	0.058	0.640	0.213
42	Casearia emarginata	Am che'	0.091	0.490	0.040	0.621	0.207
43	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	1.825	2.941	1.012	5.778	1.926
44	Phyllostylon brasiliense	káan che'	0.730	1.471	0.367	2.568	0.856
45	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	0.274	1.471	0.097	1.841	0.614
46	Guaiacum sanctum	Guayacan	0.091	0.490	0.034	0.615	0.205
Total			100	100.000	100.000	300.000	100.000

Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el Área de Proyecto (AP).

En los ecosistemas naturales el índice de diversidad de Shannon varía entre "0" y no tiene límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra y cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos, se obtienen valores altos (>5). El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor, en contraparte, se ha considerado que ecosistemas con cierto grado de conservación presentan valores superiores a 3 y ecosistemas con valores menores a 2 presentan diversidades bajas.

Por otra parte, el índice de Equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; y su valor va de 0 a 1. Este índice toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para estos índices por estrato muestreado.

ESTRATO HERBÁCEO

Tabla III.14. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato herbáceo del AP. Fuente: elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Dicliptera sexangularis	K'u wech	14	0.0180	-4.0151	0.0724
2	Elytraria bromoides	chjiolu'um	4	0.0052	-5.2679	0.0272
3	Ruellia nudiflora	Chak mul	10	0.0129	-4.3516	0.0561
4	Alternanthera flavescens	sak-mul,	1	0.0013	-6.6542	0.0086
5	Melampodium divaricatum	Tajonal	1	0.0013	-6.6542	0.0086
6	Melanthera nivea	levisa xiiw	79	0.1018	-2.2847	0.2326
7	Bignonia diversifolia	Anilkab	41	0.0528	-2.9406	0.1554
8	Dolichandra unguis-cati	Anil kab	14	0.0180	-4.0151	0.0724
9	Heliotropium angiospermum	cola de alacrán	3	0.0039	-5.5555	0.0215
10	Bromelia karatas	Piñuela	3	0.0039	-5.5555	0.0215
11	Acanthocereus tetragonus	tsakam	27	0.0348	-3.3583	0.1168
12	Pilosocereus gaumeri	nej kisin, tso'ots'	9	0.0116	-4.4569	0.0517
13	Nopalea inaperta	tsakam soots'	41	0.0528	-2.9406	0.1554
14	Commelina erecta	Paj ts'a	2	0.0026	-5.9610	0.0154
15	Distimake aegyptius	tso' ots' aak'	7	0.0090	-4.7082	0.0425
16	Ipomoea triloba	Is aak'il	5	0.0064	-5.0447	0.0325
17	Dioscorea floribunda	Makal k'uch	4	0.0052	-5.2679	0.0272
18	Dalechampia scandens	sak p'opox	5	0.0064	-5.0447	0.0325
19	Croton humillis	iik aban	64	0.0825	-2.4953	0.2058
20	Manihot aesculifolia	Yuca de monte	2	0.0026	-5.9610	0.0154
21	Tragia yucatanensis	P'oop'ox	39	0.0503	-2.9906	0.1503
22	Centrosema virginianum	Bu'ul che'	4	0.0052	-5.2679	0.0272
23	Chamaecrista chamaecristoides	desconocido	6	0.0077	-4.8624	0.0376
24	Coursetia caribaea	chi'ikam t'u'ul	173	0.2229	-1.5009	0.3346
25	Bunchosia swartziana	Sip che'	1	0.0013	-6.6542	0.0086
26	Abutilon permolle	Sak xiiw	4	0.0052	-5.2679	0.0272
27	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	13	0.0168	-4.0892	0.0685
28	Helicteres baruensis	Sutup	4	0.0052	-5.2679	0.0272
29	Herissantia crispa	sak le', p'up'ul iik', sak miis	9	0.0116	-4.4569	0.0517
30	Hibiscus poeppigii	Chinchinpool	18	0.0232	-3.7638	0.0873
31	Melochia tomentosa	sak chi'chi'bej	1	0.0013	-6.6542	0.0086
32	Passiflora foetida	poch, túubok, poch'aak'	1	0.0013	-6.6542	0.0086

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
33	Rivina humilis	k'uxu'ub kaan	2	0.0026	-5.9610	0.0154
34	Lasiacis divaricata	Siit	104	0.1340	-2.0098	0.2693
35	Morinda royoc	Hoyoc	27	0.0348	-3.3583	0.1168
36	Spermacoce verticillata	Kaba mul	1	0.0013	-6.6542	0.0086
37	Serjania adiantoides	Boax aak'	7	0.0090	-4.7082	0.0425
38	Urvillea ulmacea	lot sak', k'an sep aak'	5	0.0064	-5.0447	0.0325
39	Lantana camara	orégano xiiw	11	0.0142	-4.2563	0.0603
40	Cissus trifoliata	Bolon tib ib	10	0.0129	-4.3516	0.0561
Total			776	H'=		2.8099
				Hmax=		3.6889
				Equitatividad=		0.7617

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato herbáceo es de 2.8099, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.6889, por lo que considera que en el estrato herbáceo del AP tiene una diversidad media.

Respecto a la flora del AP para este estrato la equidad fue de 0.7617, lo cual indica una tendencia a que las especies son igualmente abundantes.

ESTRATO ARBUSTIVO

Tabla III.15. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato arbustivo del AP. Fuente: elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Spondias purpurea	Ciruela	9	0.0111	-4.5035	0.0499
2	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	58	0.0713	-2.6403	0.1884
3	Bursera simaruba	Chak chakaj	3	0.0037	-5.6021	0.0207
4	Quadrella incana	bojk'anche'	2	0.0025	-6.0076	0.0148
5	Croton glabellus	susub yuk	2	0.0025	-6.0076	0.0148
6	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	46	0.0566	-2.8721	0.1625
7	Jatropha gaumeri	Pomol che'	43	0.0529	-2.9395	0.1555
8	Apoplanesia paniculata	chulúul	1	0.0012	-6.7007	0.0082
9	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	1	0.0012	-6.7007	0.0082
10	Coulteria mollis	Chak te'	1	0.0012	-6.7007	0.0082

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
11	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	3	0.0037	-5.6021	0.0207
12	Havardia albicans	Chukum	61	0.0750	-2.5899	0.1943
13	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul	1	0.0012	-6.7007	0.0082
14	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	23	0.0283	-3.5652	0.1009
15	Piscidia piscipula	Ja'abin	4	0.0049	-5.3144	0.0261
16	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	18	0.0221	-3.8104	0.0844
17	Platymiscium yucatanum	Granadillo	1	0.0012	-6.7007	0.0082
18	Senegalia gaumeri	Box katsim	97	0.1193	-2.1260	0.2537
19	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	1	0.0012	-6.7007	0.0082
20	Bunchosia swartziana	Sip che'	20	0.0246	-3.7050	0.0911
21	Malpighia emarginata	Wayaktè	6	0.0074	-4.9090	0.0362
22	Ayenia fasciculata	ch'ilib tuux	4	0.0049	-5.3144	0.0261
23	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	3	0.0037	-5.6021	0.0207
24	Helicteres baruensis	Sutup	3	0.0037	-5.6021	0.0207
25	Guapira costaricana	desconocido	2	0.0025	-6.0076	0.0148
26	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	10	0.0123	-4.3981	0.0541
27	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	209	0.2571	-1.3584	0.3492
28	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	53	0.0652	-2.7304	0.1780
29	Ziziphus yucatanensis	desconocido	1	0.0012	-6.7007	0.0082
30	Guettarda elliptica	Subin t'eel	7	0.0086	-4.7548	0.0409
31	Guettarda gaumeri	Chak yak' che'	23	0.0283	-3.5652	0.1009
32	Randia aculeata	cruz k'iix	10	0.0123	-4.3981	0.0541
33	Randia obcordata	Kat k'aax	38	0.0467	-3.0631	0.1432
34	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	22	0.0271	-3.6097	0.0977
35	Casearia emarginata	Am che'	12	0.0148	-4.2158	0.0622
36	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	5	0.0062	-5.0913	0.0313
37	Phyllostylon brasiliense	káan che'	1	0.0012	-6.7007	0.0082

ID	Nombre científico	Nombre común	Densidad	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
38	Hybanthus yucatanensis	Sak bakel kan	1	0.0012	-6.7007	0.0082
39	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	5	0.0062	-5.0913	0.0313
40	Guaiacum sanctum	Guayacan	3	0.0037	-5.6021	0.0207
			813		H'=	2.7338
					Hmax=	3.6889
					Equitatividad=	0.7411

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato arbustivo fue de 2.7338, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.6889, por lo que considera que en el estrato arbustivo del AP tiene una diversidad media con una tendencia al alta.

Respecto a la flora del AP para este estrato la equidad fue de 0.7411 el cual se distribuye con una tendencia equitativa, salvo por algunas especies dominantes.

ESTRATO ARBÓREO

Tabla III.16. Diversidad (H'), Equidad de las especies. Estrato arbóreo del AP. Fuente: elaboración propia.

ID	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
1	Spondias purpurea	Ciruela	3	0.0027	-5.9008	0.0162
2	Plumeria obtusa	Flor de mayo	1	0.0009	-6.9994	0.0064
3	Plumeria rubra	Flor de mayo	2	0.0018	-6.3063	0.0115
4	Parmentiera millspaughiana	Kat ku'uk	28	0.0255	-3.6672	0.0937
5	Cordia gerascanthus	bojom	17	0.0155	-4.1662	0.0646
6	Bursera simaruba	Chak chakaj	163	0.1487	-1.9057	0.2834
7	Nopalea inaperta	tsakam soots'	2	0.0018	-6.3063	0.0115
8	Quadrella incana	bojk'anche'	5	0.0046	-5.3900	0.0246
9	Diospyros salicifolia	U chul che	2	0.0018	-6.3063	0.0115
10	Croton icche	iik che', p'e'es k'uuch	11	0.0100	-4.6015	0.0462
11	Jatropha gaumeri	Pomol che'	79	0.0721	-2.6300	0.1896
12	Apoplanesia paniculata	chulúul	19	0.0173	-4.0550	0.0703

ID	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
13	Chloroleucon mangense	Ya' ax eek'	12	0.0109	-4.5145	0.0494
14	Erythrostemon yucatanensis	Taa k'in che'	2	0.0018	-6.3063	0.0115
15	Erythrina standleyana	chak mo'ol che'	8	0.0073	-4.9200	0.0359
16	Havardia albicans	Chukum	128	0.1168	-2.1474	0.2508
17	Leucaena leucocephala	Waxim	1	0.0009	-6.9994	0.0064
18	Lonchocarpus yucatanensis	ya'ax xu'ul	14	0.0128	-4.3604	0.0557
19	Lysiloma latisiliquum	Tsalam	8	0.0073	-4.9200	0.0359
20	Mimosa bahamensis	Sak káatsim	49	0.0447	-3.1076	0.1389
21	Piscidia piscipula	Ja'abin	23	0.0210	-3.8639	0.0811
22	Pithecellobium unguis-cati	Coralillo	42	0.0383	-3.2618	0.1250
23	Platymiscium yucatanum	Granadillo	9	0.0082	-4.8022	0.0394
24	Senegalia gaumeri	Box katsim	109	0.0995	-2.3081	0.2295
25	Senna atomaria	X-tu'ja'abin	6	0.0055	-5.2077	0.0285
26	Vachellia pennatula	Chimay	16	0.0146	-4.2268	0.0617
27	Bunchosia swartziana	Sip che'	6	0.0055	-5.2077	0.0285
28	Malpighia emarginata	Wayaktè	16	0.0146	-4.2268	0.0617
29	Ceiba aesculifolia	Pochote, píin	7	0.0064	-5.0535	0.0323
30	Hampea trilobata	Majaua, jóol, k'an jóol	1	0.0009	-6.9994	0.0064
31	Guapira costaricana	desconocido	7	0.0064	-5.0535	0.0323
32	Neea choriophylla	ta'tsi', pinta uña	12	0.0109	-4.5145	0.0494
33	Gymnopodium floribundum	Ts'iits'ilche'	184	0.1679	-1.7845	0.2996
34	Neomillspaughia emarginata	Sak iitsa'	2	0.0018	-6.3063	0.0115
35	Podopterus mexicanus	puuts' mucuy	7	0.0064	-5.0535	0.0323
36	Bonellia macrocarpa	chak sik'iix le'	1	0.0009	-6.9994	0.0064
37	Karwinskia humboldtiana	L u'um che'	7	0.0064	-5.0535	0.0323
38	Guettarda elliptica	Subin t'eel	5	0.0046	-5.3900	0.0246
39	Randia obcordata	Kat k'aax	41	0.0374	-3.2859	0.1229
40	Esenbeckia pentaphylla	naranja che'	7	0.0064	-5.0535	0.0323
41	Zanthoxylum flavum	Aceitillo	1	0.0009	-6.9994	0.0064

ID	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
42	Casearia emarginata	Am che'	1	0.0009	-6.9994	0.0064
43	Thouinia paucidentata	K'an chuunup	20	0.0182	-4.0037	0.0731
44	Phyllostylon brasiliense	káan che'	8	0.0073	-4.9200	0.0359
45	Ximenia americana	naranja ché, naap che'	3	0.0027	-5.9008	0.0162
46	Guaiacum sanctum	Guayacan	1	0.0009	-6.9994	0.0064
			1096		H'=	2.8960
					Hmax=	3.8286
					Equitatividad=	0.7564

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística del estrato arbóreo fue de 2.8960, mientras que la diversidad máxima que pudiese alcanzar es de 3.8286, por lo que considera que en el estrato arbóreo del AP tiene una diversidad media con una tendencia al alta.

Respecto a la flora del AP para este estrato la equidad fue de 0.7564 el cual se distribuye con una tendencia equitativa, salvo por algunas especies dominantes.

III.3.1.2.1. Conclusiones de Vegetación

- **Sistema Ambiental (SA)**

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación en el SA, se concluye que el estrato con mayor riqueza es el arbóreo con 47 especies, a éste le sigue el estrato herbáceo con 45 especies; en tercer lugar, se encuentra el estrato arbustivo con 39 especies.

Los estratos con mayor abundancia son el arbóreo con 1,014 registros, el herbáceo con 907 registros, y el estrato arbustivo con 528 registros.

Por otra parte, el estrato que presentó mayor Índice de Shannon es el arbustivo con un valor de 2.8825, seguido del estrato arbóreo con valor de 2.7936 y el estrato herbáceo tiene un valor de 2.7835.

- **Área del Proyecto (AP)**

Conforme a los resultados del muestreo de la vegetación en el AP, se concluye que el estrato con mayor riqueza es el arbóreo con 46 especies, a éste le sigue el estrato arbustivo y herbáceo con 40 especies cada uno.

Los estratos con mayor abundancia son el arbóreo con 1,096 registros, el arbustivo con 813 registros y el estrato herbáceo con 776.

Por otra parte, el estrato que presentó mayor Índice de Shannon es el arbóreo con un valor de 2.8960, seguido del estrato herbáceo con valor de 2.8099, y finalmente el estrato arbustivo tiene un valor de 2.7338.

Tabla III.17. Comparación de los valores de diversidad entre el SA y el AP. Fuente: elaboración propia.

UNIDAD	PARÁMETROS	ESTRATOS DE LA VEGETACIÓN		
		Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
SA	Riqueza	45	39	47
	H' calculada	2.7835	2.8825	2.7936
	H' máxima	3.8067	3.6636	3.8501
	Equidad	0.7312	0.7868	0.7256
AP	Riqueza	40	40	46
	H' calculada	2.899	2.7338	2.8960
	H' máxima	3.6889	3.6884	3.8286
	Equidad	0.7617	0.7411	0.7564

Como se observa en la tabla anterior, los valores de riqueza, diversidad y equidad del SA son muy similares AP. De forma complementaria, más del 95% de todas las especies de todos los estratos del AP están representados en el SA.

III.3.1.2.2. Lineamientos para el programa de rescate de vegetación

La conservación *in situ* de las especies de flora y fauna, a través de su rescate y reubicación, es una estrategia para conservar la biodiversidad debido a que, a través de ésta, se mantiene la variabilidad genética de las especies dentro de los ecosistemas y se rescatan ejemplares nativos de la región, lo que aumenta su probabilidad de supervivencia. Actualmente se presenta un incremento paulatino del número de especies que se encuentran en peligro de extinción y/o necesitan de medidas legales para su protección y conservación. Ver el programa de rescate en los anexos técnicos.

- **Flora considerada para el rescate**

Se pretende realizar actividades de conservación de la flora por medio del rescate y reubicación de individuos completos y en caso de que sea complicada la extracción de los individuos completos se realizara la adquisición de ejemplares mediante vivero certificado por la CONAFOR. Las especies seleccionadas para rescate se evaluaron en primera instancia, de acuerdo a la presencia de algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como segundo criterio se consideraron especies de difícil regeneración y/o lento crecimiento y aquellas especies que presenten algún valor ecológico, cultural o de otro tipo en el área donde se efectuará el proyecto y finalmente se consideró el Índice de Valor de Importancia estimado para cada especie. El listado de las especies consideradas para las acciones de rescate de flora se muestra a continuación.

Tabla III.18. Especies propuestas para el rescate y reubicación.
Fuente: Equipo técnico.

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Ejemplares a rescatar
1	Rutaceae	*Zanthoxylum flavum*	Aceitillo	48
2	Salicaceae	*Casearia emarginata*	Am che'	24
3	Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	111
4	Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Anilkab	24
5	Sapindaceae	*Serjania adiantoides*	Boax aak'	255
6	Capparaceae	*Quadrella incana*	Bojk'anche'	24
7	Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	150
8	Vitaceae	*Cissus trifoliata*	Bolon tib ib	213
9	Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Box katsim	24
10	Fabaceae	*Centrosema virginianum*	Bu'ul che'	261
11	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chak chakaj	900
12	Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Chak mo'ol che'	282
13	Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Chak mul	72
14	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	168
15	Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chak te'	78
16	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Chak yak' che'	405
17	Fabaceae	*Coursetia caribaea*	Chi'ikam t'u'ul	96
18	Malvaceae	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	195
19	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Chimay	237
20	Malvaceae	*Hibiscus poeppigii*	Chinchinpool	153
21	Acanthaceae	*Elytraria bromoides*	Chjiolu'um	78
22	Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	24
23	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Chulúul	195
24	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruela	114
25	Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Cola de alacrán	126
26	Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Coralillo	96
27	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Cruz k'iix	150
28	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	48
29	Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	96
30	Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacan	24
31	Rubiaceae	*Morinda royoc*	Hoyoc	75
32	Euphorbiaceae	*Croton humillis*	Iik aban	105
33	Ulmaceae	*Phyllostylon brasiliense*	káan che'	120
34	Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Kaba mul	66
35	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	96
36	Rubiaceae	*Randia obcordata*	Kat k'aax	186
37	Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	Kat ku'uk	24
38	Acanthaceae	*Dicliptera sexangularis*	K'u wech	144
39	Phytolaccaceae	*Rivina humilis*	k'uxu'ub kaan	48
40	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	L u'um che'	165
41	Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	96
42	Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Naranja che'	150
43	Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	Nej kisin, tso'ots'	96
44	Verbenaceae	*Lantana camara*	Orégano xiiw	24
45	Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	P'oop'ox	261

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	Ejemplares a rescatar
46	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Paj ts'a	129
47	Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Piñuela	282
48	Passifloraceae	*Passiflora foetida*	poch, túubok, poch'aak'	72
49	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote, píin	168
50	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	78
51	Polygonaceae	*Podopterus mexicanus*	Puuts' mucuy	405
52	Violaceae	*Hybanthus yucatanensis*	Sak bakel kan	96
53	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Tajonal	195
54	Nyctaginaceae	*Neea choriophylla*	Ta'tsi', pinta uña	237
55	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Tsakam	153
56	Cactaceae	*Nopalea inaperta*	Tsakam soots'	78
57	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	24
58	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	195
59	Convolvulaceae	*Distimake aegyptius*	Tso' ots' aak'	114
60	Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che	126
61	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	96
62	Malpighiaceae	*Malpighia emarginata*	Wayaktè	165
63	Fabaceae	*Senna atomaria*	X-tu'ja'abin	96
64	Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	150
65	Fabaceae	*Lonchocarpus yucatanensis*	Ya'ax xu'ul	96
66	Euphorbiaceae	*Manihot aesculifolia*	Yuca de monte	24
			Total	**9306**

- **Actividades para las acciones de rescate**

Es importante mencionar que será imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades propias del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección (importancia biológica, tamaño, tipo de hábito de crecimiento), así como su viabilidad de resistencia en el área de confinamiento. Las especies rescatadas serán ubicadas en el área de confinamiento, para posteriormente ubicarlas en los lugares dispuestos para las acciones de reubicación.

De preferencia antes de realizar la actividad de desentierro de ejemplares, se definirán claramente los siguientes aspectos:

- Época del año (mes) en que se producirá el rescate y programación de las actividades con fecha y calendario de trabajo.
- Forma de preparación del sustrato del sitio de disposición final, en función de las condiciones del suelo local. Se considera principalmente realizar descompactación del suelo previa para ubicar a los individuos.

En la ejecución de las acciones propuestas se establecen las siguientes actividades:

- Desentierro de los ejemplares detectados y que están bajo riesgo de ser impactados, tratando de no dañar los cuerpos de las plantas.

- Limpieza total de la tierra de las raíces, y efectuar una poda fuerte de las raíces y aplicación de fungicida sobre ellas (BENLATE, CAPTAN o cualquier otro fungicida comercial en polvo). La poda al sistema radical debe dejar sólo las raíces principales y con un tamaño considerable.
- Se debe procurar que las plantas no estén expuestas a condiciones climáticas extremas como alta humedad y exposición directa al sol.
- Finalmente, los ejemplares deberán ser dispuestos sobre el terreno, tapados con substrato SIN ENTERRAR las plantas, NI COMPACTAR el entorno a ellas. Si el trasplante se realiza en primavera, se considerará realizar un riego mensual, durante tres meses, en caso de que no se registren precipitaciones posteriormente a la ubicación de los ejemplares en terreno.
- Los individuos se dispondrán en situaciones de semisombra (bajo arbustos), por lo cual se propone que la reubicación de los ejemplares se realice en la zona de las tierras frágiles que se proponen en el presente estudio.
- Se debe considerar que al momento de realizar la extracción de los individuos se debe marcar su orientación hacia el norte para que al momento de ser trasplantados se respete su exposición natural, lo cual fomentará la buena adaptación del individuo a su nuevo entorno.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

III.3.2. Fauna

En el presente apartado, se describe la estructura y composición de la fauna presente en el Área del Proyecto “La Gran Palmera” en el estado de Yucatán, México y su Sistema Ambiental. Para la descripción cualitativa y cuantitativa se utilizaron los datos obtenidos en campo. La metodología utilizada se describe a continuación.

Metodología

Previo al trabajo de campo se eligieron los métodos de muestreo más adecuados de acuerdo con el ciclo biológico de las especies a muestrear, el hábitat presente en el área de estudio y el periodo de tiempo disponible.

La elección de los sitios de muestreo, se realizó mediante la selección de hábitats representativos para la fauna silvestre tanto en el AP como SA con el uso de imágenes de satélite y de los tipos de vegetación. Su distribución se realizó respetando los supuestos del método de muestreo elegido. Se desarrollaron métodos directos e indirectos para poder registrar la mayor cantidad de especies posibles.

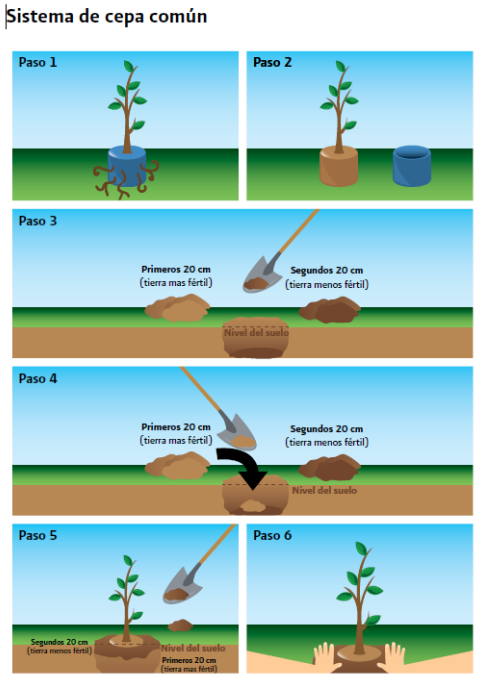

Figura III.21. Ejemplificación del sistema de cepa común. Fuente: prácticas de reforestación CONAFOR-SEMARNAT[34].

Herpetofauna

Transectos de búsqueda intensiva

El registro de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se llevó a cabo mediante la técnica de búsqueda intensiva; esta consiste en la observación, conteo y captura de individuos en los diferentes tipos de hábitats y microhábitats (bajo rocas, troncos, hojarasca, grietas, etc.) a través de recorridos a lo largo de transectos de distancia fija.

La manipulación se realizó siempre que fue necesaria, con ayuda de gancho herpetológico y guantes. La identificación de los individuos se realizó mediante la experiencia del técnico y con ayuda de guías de campo especializadas.

Este tipo de método (Angulo *et al.,* 2006; Aguirre-León, 2011) permite evaluar diferencias faunísticas entre varias áreas (gradientes topográficos, gradientes de hábitat, zonas con diferente tipo de vegetación, etc.).

[34] Comisión Nacional Forestal. (2010). Prácticas de reforestación, Manual básico. CONAFOR.

Para la caracterización, se realizaron 8 transectos de 150 metros de largo y cuatro de ancho, distribuidos, 4 en el Área del Proyecto (AP) y 4 en el Sistema Ambiental (SA). Estos fueron realizados a media mañana (9:00 am) para el registro de las especies diurnas y replicados al anochecer (7:00 pm) para el registro de las especies nocturnas.

La información recabada corresponde a la especie y número de individuos, así como información biológica de relevancia y características particulares en el caso de los individuos que no pudieron ser identificados en campo.

Adicionalmente, para enriquecer el listado, se realizaron colectas *Ad libitum*, las cuales consisten en registrar aquellas especies de manera oportunista en diferentes puntos (durante los desplazamientos al interior del SA) y que para fines del método no entran en los transectos y no se tomaron en cuenta para los análisis estadísticos. A continuación, se presenta la ubicación y distribución de los transectos implementados para el muestreo de la herpetofauna.



Figura III.22. Búsqueda activa y registro fotográfico de herpetofauna en el AP y SA del proyecto.

Tabla III.19. Ubicación de los transectos realizados para el muestreo de la herpetofauna (AP y SA).

TRANSECTOS MUESTREO HERPETOFAUNA						
ID	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final		longitud (m)
		Este	Norte	Este	Norte	
Transc 1 AP	AP	259455.18 m E	2351985.28 m N	259605.78 m E	2351977.66 m N	150
Transc 2 AP	AP	259309.29 m E	2351960.58 m N	259160.12 m E	2351978.58 m N	150
Transc 3 AP	AP	259129.70 m E	2352176.48 m N	258979.80 m E	2352177.43 m N	150
Transc 4 AP	AP	259015.98 m E	2351850.19 m N	258876.53 m E	2351910.86 m N	150
Transc 1 SA	SA	258144.74 m E	2352690.22 m N	257993.42 m E	2352710.50 m N	150
Transc 2 SA	SA	257768.62 m E	2351908.56 m N	257618.56 m E	2351923.88 m N	150
Transc 3 SA	SA	258036.44 m E	2350916.72 m N	258061.08 m E	2350769.35 m N	150
Transc 4 SA	SA	259344.32 m E	2350977.47 m N	259195.21 m E	2350996.62 m N	150

Avifauna

El método seleccionado para el registro de aves fue el de transectos con ancho fijo, se realizaron 8 transectos de 150 metros de largo y cuatro de ancho, distribuidos, 4 en el Área del Proyecto (AP) y 4 en el Sistema Ambiental (SA). Para ejecutar este método, el especialista se revisa un área con longitud y ancho predeterminado y registra, ya sea por canto o visualmente, a todas las aves que se encuentren dentro de la distancia y en el tiempo predeterminados (Bibby et al. 1993). Esta técnica permite al observador generar una lista de las especies y hace posible detectar un gran número de individuos en un corto período de tiempo, además, se puede realizar en una amplia variedad de terrenos, lo cual lo convierte en una de las técnicas más utilizadas en los estudios ornitológicos.

Esta técnica fue realizada en las primeras horas de la mañana (06:00 – 08:00 hrs), ya que corresponde al lapso del día en que la avifauna presenta su mayor pico de actividad, por lo tanto, facilita su detección visual y/o acústica. Los especialistas emplearon binoculares 10x42, cámara fotográfica, bitácora y GPS para el registro de especies y coordenadas.



Figura III.23. Observación y registro fotográfico de aves en los diferentes hábitats del AP y SA del Proyecto.

Tabla III.20. Coordenadas de ubicación de los transectos para el registro de aves en el AP y SA del Proyecto.

TRANSECTOS MUESTREO AVES						
ID	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final		longitud (m)
		Este	Norte	Este	Norte	
Transc 1 AP	AP	259455.18 m E	2351985.28 m N	259605.78 m E	2351977.66 m N	150
Transc 2 AP	AP	259309.29 m E	2351960.58 m N	259160.12 m E	2351978.58 m N	150
Transc 3 AP	AP	259129.70 m E	2352176.48 m N	258979.80 m E	2352177.43 m N	150
Transc 4 AP	AP	259015.98 m E	2351850.19 m N	258876.53 m E	2351910.86 m N	150
Transc 1 SA	SA	258144.74 m E	2352690.22 m N	257993.42 m E	2352710.50 m N	150
Transc 2 SA	SA	257768.62 m E	2351908.56 m N	257618.56 m E	2351923.88 m N	150
Transc 3 SA	SA	258036.44 m E	2350916.72 m N	258061.08 m E	2350769.35 m N	150
Transc 4 SA	SA	259344.32 m E	2350977.47 m N	259195.21 m E	2350996.62 m N	150

Mamíferos pequeños

Trampeo Sherman

Para el registro de pequeños roedores, se implementaron 20 trampas tipo Sherman plegadizas (8x9x23) una noche en el AP y una en el SA (dos noches totales), colocadas con dos líneas con una separación de 10 m entre línea y entre trampas. Se cubrió un área de 195 m^2 por sitio. La distancia se determinó con respecto a lo que recorre en promedio un individuo durante una noche (Cimé-Pool et al., 2002; Hernández-Betancourt et al., 2008a). Como cebo se usó semillas de girasol (*Helianthus annus*; Cimé-Pool et al., 2020; Hernández-Betancourt et al., 2008b; 2012; MacSwiney et al., 2012).

El esfuerzo total de captura fue de 40 noches trampa (20 noches trampa en el SA y 20 noches trampa en el AP).

La identificación de los ejemplares se realizó a partir de guías de campo (Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2009). La ubicación de las estaciones de trampeo se presenta a continuación y su distribución más adelante.



Figura III.24. Trampas Sherman en el AP y SA del proyecto.

Tabla III.21. Ubicación de las estaciones de trampeo para el muestreo de mamíferos pequeños (Sherman) en el AP y SA del proyecto.

ESTACIONES DE TRAMPEO SHERMAN					
ID	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final	
		Este	Norte	Este	Norte
Líneas Trampas Sherman AP	AP	259425.55 m E	2352058.22 m N	259435.31 m E	2352007.69 m N
Líneas Trampas Sherman SA	SA	257877.30 m E	2351906.84 m N	257886.55 m E	2351855.18 m N

Mamíferos medianos y grandes

Transectos. Para el registro de los mamíferos medianos y grandes se realizaron 8 transectos de 150 metros de largo y cuatro de ancho, distribuidos, 4 en el Área del Proyecto (AP) y 4 en el Sistema Ambiental (SA). Esta técnica consiste en registrar a los individuos y rastros observados a lo largo de la línea de progresión del observador (Tellería, 1986). Para el presente muestreo se realizaron únicamente transectos diurnos (8:00-12:00), registrando avistamientos directos y rastros indirectos: huellas, excretas, rascaderos, huesos, cadáveres, madrigueras (Aranda, 2012).

Para los registros indirectos, se consideró un individuo por cada rastro encontrado, teniendo especial cuidado con las pistas (huellas continuas) las cuales fueron consideradas como un solo individuo. La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos & Miranda 2000; Reid 2009; Aranda, 2012). La ubicación y distribución de los transectos se presenta a continuación.

Tabla III.22. Ubicación de los transectos para el muestreo de mamíferos medianos y grandes en el SA y el AP del proyecto.

TRANSECTOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES						
ID	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final		longitud (m)
		Este	Norte	Este	Norte	
Transc 1 AP	AP	259455.18 m E	2351985.28 m N	259605.78 m E	2351977.66 m N	150
Transc 2 AP	AP	259309.29 m E	2351960.58 m N	259160.12 m E	2351978.58 m N	150
Transc 3 AP	AP	259129.70 m E	2352176.48 m N	258979.80 m E	2352177.43 m N	150
Transc 4 AP	AP	259015.98 m E	2351850.19 m N	258876.53 m E	2351910.86 m N	150
Transc 1 SA	SA	258144.74 m E	2352690.22 m N	257993.42 m E	2352710.50 m N	150
Transc 2 SA	SA	257768.62 m E	2351908.56 m N	257618.56 m E	2351923.88 m N	150
Transc 3 SA	SA	258036.44 m E	2350916.72 m N	258061.08 m E	2350769.35 m N	150
Transc 4 SA	SA	259344.32 m E	2350977.47 m N	259195.21 m E	2350996.62 m N	150

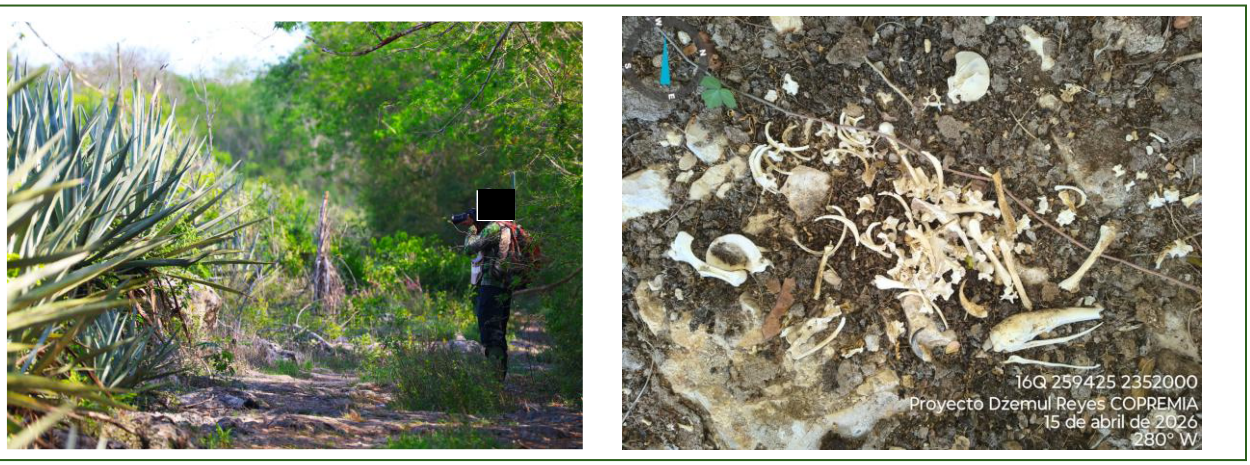

Figura III.25. Recorridos para el registro de mamíferos medianos y sus rastros en los diferentes hábitats del AP y SA del Proyecto y registro de los rastros encontrados.

Fototrampeo

Para complementar el registro de los mamíferos medianos y grandes se distribuyeron 6 estaciones de fototrampeo simples. Las cámaras permanecieron operativas durante 8 noches consecutivas en los parajes que a criterio del técnico presenten evidencia de ser frecuentados por los animales silvestres: caminos, echaderos, madrigueras, sitios de alimentación entre otros. Las fototrampas fueron ajustadas con las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP, velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y tres sensores de movimiento (Chávez *et al*., 2013).



Figura III.26. Instalación de cámaras trampa para el registro de mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

Tabla III.23. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa para el muestreo de mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

UBICACIÓN ESTACIONES DE FOTOTRAMPEO			
ID	Zona	Coordenadas	
		Este	Norte
Camara Trampa 1 AP	AP	259523.00 m E	2351851.00 m N
Camara Trampa 2 AP	AP	259077.00 m E	2351959.00 m N
Camara Trampa 3 AP	AP	258912.00 m E	2352153.00 m N
Camara Trampa 1 SA	SA	259301.00 m E	2351010.00 m N
Camara Trampa 2 SA	SA	257554.00 m E	2351953.00 m N
Camara Trampa 3 SA	SA	257903.00 m E	2352680.00 m N

Quirópteros

Estaciones de escucha ultrasónica

Para el registro de los quirópteros se implementaron 4 estaciones de grabación ultrasónica dos en el Área del Proyecto (AP) y dos en el Sistema Ambiental (SA).

La selección de las estaciones de escucha se realizó procurando la mayor representatividad de la zona y los diferentes tipos de vegetación que lo conforman. Las emisiones ultrasónicas fueron captadas mediante detectores en tiempo real, utilizando un Echo Meter Touch 2 PRO y la aplicación de Echometer Versión 2.8 de Wildlife Acoustics Inc. para Android. La información fue posteriormente analizada mediante el Software BatSound.

Las grabaciones se realizaron durante 40 minutos con el Echo Meter a un metro de altura y dirigido hacia el cielo con inclinación a 45-65º. Los detectores de ultrasonido nos permiten registrar la presencia e identificar los murciélagos (insectívoros) a nivel de especies sin necesidad de capturarlos (Rizo-Aguilar *et al*., 2015).

Estación de Redeo

La captura con redes de niebla es uno de los métodos más utilizados para el estudio de murciélagos (Larsen *et al.,* 2007). Estas son útiles para capturar especies de vuelo lento y que emiten llamados de baja intensidad, como aquellas pertenecientes a la familia Phyllostomidae; las cuales hacen mayor uso de los estratos inferiores de la vegetación, siendo más susceptibles a ser capturadas con redes (Flaquer *et al.,* 2007; Kalko *et al.,* 2008).

Para complementar la información de las grabaciones ultrasónicas, se colocaron tres redes de niebla (12 m x 2.5 m) durante 4 noches, 2 en el Área del Proyecto (AP) y 2 en el Sistema Ambiental (SA). Las redes fueron colocadas en senderos hechos por el humano o cercanos a entradas de caminos presentes en el predio. Estas estuvieron abiertas de las 18:00 a las 21:00 horas, tiempo en el que los individuos estuvieron más activos.

De cada ejemplar capturado únicamente se registró la especie y nombre común, sexo, edad y condición reproductiva. Así mismo, se puso énfasis en aquellas especies que pudieran estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019).

Para la captura de murciélagos, se realizó un esfuerzo de muestreo de tres horas por cada sesión (12 horas totales).

La ubicación y distribución de las estaciones de muestreo se presenta a continuación.

Tabla III.24. Ubicación de las estaciones de redeo para quirópteros.

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE REDES					
ID	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final	
		Este	Norte	Este	Norte
Estación de Redeo AP1	AP	259493.00 m E	2351986.00 m N	259493.00 m E	2351986.00 m N
Estación de Redeo AP2	AP	259115.00 m E	2351995.00 m N	259115.00 m E	2351995.00 m N
Estación de Redeo SA1	SA	257759.00 m E	2351910.00 m N	257759.00 m E	2351910.00 m N
Estación de Redeo SA2	SA	259249.00 m E	2350991.00 m N	259249.00 m E	2350991.00 m N

Tabla III.25. Ubicación de la grabación ultrasónica de quirópteros.

UBICACIÓN PARA GRABACIÓN ULTRASÓNICA			
ID	Zona	Coordenadas	
		Este	Norte
Bat Det AP 1	AP	259438.00 m E	2351995.00 m N
Bat Det AP 2	AP	259082.00 m E	2352002.00 m N
Bat Det SA 1	SA	257872.00 m E	2351963.00 m N
Bat Det SA 2	SA	259002.00 m E	2351015.00 m N





Figura III.27. Instalación de redes de niebla y grabación de ultrasonidos para el registro de quirópteros.

El mapa de ubicación de los sitios de muestreo en el SA, se presenta en la página siguiente.

Análisis de datos

Se presenta para cada taxón una descripción cualitativa de la comunidad, en la que se incluyen: riqueza específica obtenida dentro y fuera de los transectos, número de órdenes y familias registradas, especies protegidas, especies endémicas, estatus de residencia y su representatividad a nivel local y estatal.

Adicionalmente, en los anexos técnicos de esta Manifestación, se presenta el catálogo de las especies de fauna registradas durante los muestreos.

Riqueza específica

Para el cálculo de la riqueza se tomó el número total de especies obtenidos en el área de estudio (AP=Área del Proyecto).

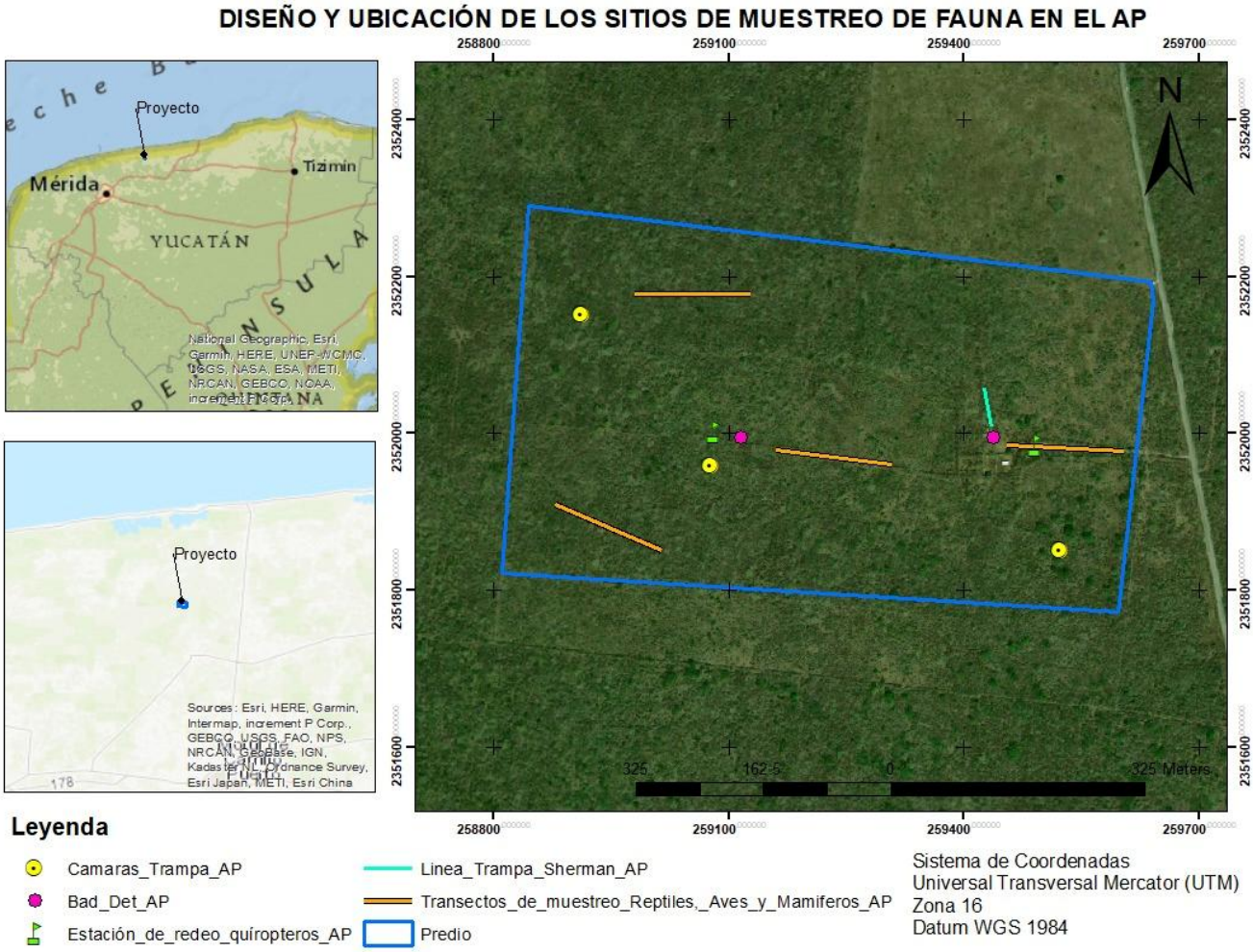

Figura III.28. Ubicación de los diferentes sitios de muestreo para el registro de Fauna silvestre en el AP del proyecto.

Abundancia relativa

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:



Figura III.29. Ubicación de los diferentes sitios de muestreo para el registro de Fauna silvestre en el SA del proyecto.

- Abundante: 90 al 100%
- Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
- Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
- Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
- Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Índice de diversidad

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17 con logaritmo natural. La fórmula del índice de Shannon–Wiener es la siguiente:

$$H' = \frac{n\log n - \sum_{i=1}^{s} (f_i)(\ln f_i)}{n}$$

En donde:

H': es el índice de la diversidad de Shannon–Wiener (bits/individuo) o diversidad de especies observadas.
S: número de especies en la muestra de la comunidad.
n: número total de individuos de todas las especies.
fi: número de individuos de la i-esima especie.

Este índice toma valores entre 1 y 4.5, donde los valores superiores de 3 son típicamente interpretados como diversos (Gotellli & Colwell, 2001).

Índice de dominancia (Normal de Simpson)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Se calcula mediante la siguiente formula. Los valores de este índice fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17.

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

En donde:

ni = es la abundancia de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i
n= número total de individuos en la muestra

Este índice toma valores de entre 0 y 1 en los cuales 0 representa a todas las especies igualmente distribuidas y 1 donde solo domina una especie.

La memoria de cálculo de los índices y reporte de los registros de las especies se encuentra en los anexos técnicos de esta Manifestación.

RESULTADOS

Ver en los anexos técnicos las bases de datos derivadas de los trabajos de campo.

Composición de las poblaciones

Herpetofauna

La Herpetofauna registrada en la zona de estudio del proyecto (AP y SA), está representada por 11 especies, 1 del orden Anfibia y 10 del orden Squamata, para un total de 8 familias.

En el área del proyecto fueron registradas 8 especies de las cuales 2 están catalogadas en la NOM 059: la *Ctenosaura similis* como (A) amenazada y *Thecadactylus rapicauda* como (Pr) en peligro de extinción.

En el sistema ambiental del proyecto fueron registradas 12 especies, de las cuales 2 están catalogadas en la NOM-059 la *Ctenosaura similis* como (A) amenazada y *Laemanctus serratus* como (Pr) en peligro de extinción.

En total para el AP y el SA 3 especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 una como Amenazada (A) y dos en la categoría de Protección especial (Pr). Se reporta una especie introducidas (*Hemidactylus frenatus*).

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas durante el trabajo de campo indicando su presencia en el AP y SA.

Tabla III.26. Especies de herpetofauna registrados mediante el muestreo, se indica su familia, especie, nombre común, categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada (A), Protección especial (Pr); endemismo: Endémica (EN) y presencia (X) en AP y SA.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	AP	SA
Anura	*Hylidae*	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana arborícola lechosa		X	X
Squamata	*Gekkonidae*	*Hemidactylus frenatus* **	Cuija		*X*	*X*
Squamata	*Iguanidae*	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	*X*	*X*
Squamata	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus serrifer*	Lagartija espinosa azul yucateca		*X*	*X*
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija de espinosa puntos amarillos		X	X
Squamata	*Phyllodactylidae*	*Thecadactylus rapicauda*	Gecko cola de nabo	Pr	*X*	
Squamata	*Dactyloidae*	*Norops rodriguezi*	Anolis de Rodríguez		*X*	
Squamata	*Dactyloidae*	*Norops ustus*	Anolis abanico punto azul			X
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris		X	X
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Lagartija llanera yucateca			X
Squamata	*Corytophanidae*	*Laemanctus serratus*	Lagartija de casco serrado	Pr		X

(**) especie introducida.



Figura III.30. Ejemplos de algunas especies de reptiles registradas durante el muestreo, a la izquierda Lagartija espinosa (*Sceloporus chrysostictus* y a la derecha Iguana rayada (*Ctenosaura similis*). Estas dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial y amenazada, respectivamente.

En cuanto a abundancia para la herpetofauna, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 35 registros, las especies *Sceloporus chrysostictus* y *Ctenosaura similis* fueron las más abundantes.

Tabla III.27. Datos de abundancia de la herpetofauna registrada en el área del proyecto.

Especies AP	Total	Abundancia relativa
Sceloporus chrysostictus	12	100
Ctenosaura similis	11	91.66666667
Hemidactylus frenatus	4	33.33333333
Norops rodriguezi	2	16.66666667
Sceloporus serrifer	2	16.66666667
Trachycephalus vermiculatus	2	16.66666667
Holcosus undulatus	1	8.333333333
Thecadactylus rapicauda	1	8.333333333

Para el sistema ambiental del proyecto se obtuvieron un total de 47 registros, dos especies de reptiles fueron los más abundantes *Sceloporus chrysostictus* y *Aspidoscelis angusticeps.*

Tabla III.28. Datos de abundancia de la herpetofauna registrada en el sistema ambiental del proyecto.

Especies SA	Total	Abundancia relativa
Sceloporus chrysostictus	23	100

Especies SA	Total	Abundancia relativa
Aspidoscelis angusticeps	7	30.43478261
Ctenosaura similis	3	13.04347826
Holcosus undulatus	3	13.04347826
Norops rodriguezi	3	13.04347826
Sceloporus serrifer	2	8.695652174
Anolis rodriguezii	1	4.347826087
Anolis ustus	1	4.347826087
Hemidactylus frenatus	1	4.347826087
Laemanctus serratus	1	4.347826087
Norops ustus	1	4.347826087
Trachycephalus vermiculatus	1	4.347826087

Aves

Se registraron en la zona de estudio 78 especies de aves. Éstas se encuentran divididas en 30 familias; las mejor representadas de acuerdo con su número de especies son: *Tyrannidae* y *Cardinalidae*.

Del total, cinco especies se incluyen en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 amenazadas (A) y 6 en Protección especial (Pr).

Siguiendo la clasificación de endemismos a nivel nacional propuesta por González-García & Gómez de Silva (2003), en el área de estudio encontramos 11 especies endémicas de la región Península de Yucatán.

En cuanto al valor de vulnerabilidad para su conservación propuesto por González-García & Gómez de Silva (2003) encontramos aves con valores altos (igual o mayores a 15) como el Guajolote ocelado (*Meleagris ocellata*) y la Perlita Yucateca (*Polioptila albiventris*).

De acuerdo con su estacionalidad, el grupo de las residentes (R) fue el mejor representado con 64 especies, frente a 13 migratorias de invierno (MI) y una Transeúnte (T).

En el área del proyecto fueron registradas 58 especies. de las cuales. 49 son residentes, 8 migratorias y una transeúnte. De éstas, 9 son endémicas y 3 catalogadas en la NOM 059 como en protección especial: *Passerina ciris*, *Crypturellus cinnamomeus* y *Vireo pallens*.

En el sistema ambiental del proyecto fueron registradas 69 especies. de las cuales, 57 son residentes, 11 migratorias y una transeúnte. Adicionalmente, 11 son endémicas y 8 catalogadas en la NOM 059; 2 como amenazadas (A) el *Meleagris ocellata* y el *Geranospiza caerulescens* y 6 en Protección especial (Pr), como por ejemplo, la *Passerina ciris* y el Vireo *pallens*.

En la siguiente tabla se presenta la lista general de especies registradas durante el muestreo indicando su presencia en el AP, en el SA y su índice de vulnerabilidad.

Ver en la tabla siguiente, el listado de las especies de aves registrados durante el muestreo.

Tabla III.29. Especies de aves registrados durante el muestreo; se indica su familia, especie, nombre común en español, estatus de residencia: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI). Transeúnte (T); su clasificación en la NOM-059-SEMARNAT-2010: En peligro (P), Protección Especial (Pr), endemismo y valor de vulnerabilidad.

ID	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	End.	Residencia	AP	SA	Vul.
1	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	Pr	ne	R	X	X	14
2	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	sc	ne	R	X	X	11
3	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	sc	EN	R	X	X	14
4	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote Ocelado	A	EN	R		X	18
5	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	sc	ne	R		X	12
6	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	sc	ne	R		X	9
7	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	sc	ne	R	X		5
8	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	sc	ne	R	X	X	8
9	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	sc	ne	R	X	X	7
10	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	sc	ne	R	X	X	7
11	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos Tropical	sc	ne	R	X	X	10
12	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	sc	ne	R	X		7
13	Caprimulgidae	*Antrostomus badius*	Tapacaminos Yucateco	sc	ne	R	X		14
14	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	sc	ne	R	X	X	13
15	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí Garganta Negra	sc	ne	R	X		11
16	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	sc	ne	MI	X	X	8
17	Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda Oriental	sc	ne	R		X	10
18	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	sc	EN	R	X	X	11
19	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	sc	ne	R	X	X	4
20	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán Zancón	A	ne	R		X	11
21	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	sc	ne	R	X	X	6
22	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	sc	ne	R		X	8
23	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	sc	ne	R	X	X	12
24	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero Yucateco	sc	EN	R	X	X	15
25	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	sc	ne	R	X	X	8
26	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	sc	ne	R	X	X	9
27	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	sc	ne	R		X	9

ID	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	End.	Residencia	AP	SA	Vul.
28	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	ne	R		X	12
29	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	ne	R		X	13
30	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará Barrado	sc	ne	R	X	X	6
31	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	sc	ne	R	X	X	11
32	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	sc	ne	R	X	X	10
33	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas Yucateco	sc	EN	R	X	X	15
34	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	sc	ne	R	X	X	9
35	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	sc	ne	R	X	X	9
36	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	sc	ne	R		X	5
37	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	sc	ne	R	X	X	5
38	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	sc	ne	R	X	X	4
39	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuír	sc	ne	R	X	X	10
40	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano Dorso Negro	sc	ne	T	X	X	11
41	Tyrannidae	*Contopus bogotensis*	Papamoscas Tropical	sc	ne	R	X		7
42	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	sc	ne	MI		X	9
43	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	sc	ne	MI	X	X	11
44	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	sc	ne	R	X	X	8
45	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	ne	R	X	X	14
46	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	sc	EN	R	X	X	12
47	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	sc	ne	MI	X	X	8
48	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	Saltapared Común	sc	ne	R		X	5
49	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	sc	ne	R	X	X	7
50	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	sc	ne	R	X	X	13
51	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	sc	EN	R	X	X	14
52	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	sc	ne	R	X	X	7
53	Polioptilidae	*Polioptila albiventris*	Perlita Yucateca	sc	EN	R	X	X	18
54	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	sc	ne	R	X		8
55	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador Negro	Pr	EN	R		X	17
56	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris	sc	ne	MI		X	8
57	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	sc	ne	R	X	X	8
58	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	sc	EN	R	X	X	12
59	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	sc	ne	R	X		9
60	Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria Dorso Naranja	sc	EN	R	X	X	14
61	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	sc	ne	R	X	X	11
62	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	sc	ne	R	X	X	6

ID	Familia	Especie	Nombre Español	NOM	End.	Residencia	AP	SA	Vul.
63	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	sc	ne	R	X	X	7
64	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe Trepador	sc	ne	MI		X	11
65	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	sc	ne	R		X	11
66	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	sc	ne	MI	X	X	8
67	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	sc	ne	MI		X	8
68	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	sc	ne	MI	X		9
69	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	sc	ne	R	X	X	5
70	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	sc	ne	MI		X	11
71	Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo Yucateco	sc	ne	R	X	X	15
72	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	sc	ne	R		X	14
73	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	sc	ne	MI	X		8
74	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	sc	ne	MI	X	X	9
75	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	ne	MI	X	X	10
76	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	sc	ne	R	X	X	4
77	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	sc	ne	R	X	X	8
78	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris	sc	ne	R		X	7



Figura III.31. Ejemplo de especies de aves registradas durante el muestreo, a la izquierda, Chara Yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y a la derecha, la Codorniz Yucateca (*Colinus nigrogularis)* ambas catalogadas como especies endémicas de la Península de Yucatán.

En cuanto a abundancia, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 279 registros de aves, Colinus *nigrogularis y Ortalis vetula* fueron las más abundantes.

Tabla III.30. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el área del proyecto.

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Colinus nigrogularis	17	100.00

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Ortalis vetula	17	100.00
Hirundo rustica	16	94.12
Volatinia jacarina	16	94.12
Cyanocorax yucatanicus	14	82.35
Vireo pallens	12	70.59
Cardinalis cardinalis	9	52.94
Chaetura vauxii	9	52.94
Arremonops rufivirgatus	8	47.06
Coragyps atratus	8	47.06
Tiaris olivaceus	8	47.06
Pheugopedius maculipectus	7	41.18
Crotophaga sulcirostris	6	35.29
Cyclarhis gujanensis	6	35.29
Myiozetetes similis	6	35.29
Pachyramphus aglaiae	6	35.29
Passerina cyanea	6	35.29
Polioptila caerulea	6	35.29
Thryothorus ludovicianus	6	35.29
Crypturellus cinnamomeus	5	29.41
Granatellus sallaei	5	29.41
Dives dives	4	23.53
Icterus auratus	4	23.53
Icterus cucullatus	4	23.53
Icterus gularis	4	23.53
Melanerpes aurifrons	4	23.53
Polioptila albiventris	4	23.53
Rupornis magnirostris	4	23.53
Thamnophilus doliatus	4	23.53
Anthracothorax prevostii	3	17.65
Dryobates scalaris	3	17.65
Myiarchus tyrannulus	3	17.65
Nyctidromus albicollis	3	17.65
Passerina ciris	3	17.65
Trogon melanocephalus	3	17.65
Tyrannus tyrannus	3	17.65
Zenaida asiatica	3	17.65
Amazilia yucatanensis	2	11.76

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Archilochus colubris	2	11.76
Columbina talpacoti	2	11.76
Empidonax minimus	2	11.76
Leptotila verreauxi	2	11.76
Molothrus aeneus	2	11.76
Myiarchus tuberculifer	2	11.76
Setophaga americana	2	11.76
Tyrannus couchii	2	11.76
Antrostomus badius	1	5.88
Camptostoma imberbe	1	5.88
Contopus cinereus	1	5.88
Geococcyx velox	1	5.88
Melanerpes pygmaeus	1	5.88
Mimus gilvus	1	5.88
Myiarchus yucatanensis	1	5.88
Passerina caerulea	1	5.88
Piranga rubra	1	5.88
Turdus grayii	1	5.88
Tyrannus melancholicus	1	5.88
Uropsila leucogastra	1	5.88

Para el sistema ambiental se obtuvieron un total de 347 registros de aves. Las especies *Arremonops rufivirgatus, Ortalis vetula* y *Zenaida asiatica* fueron identificadas como las más abundantes.

Tabla III.31. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el sistema ambiental del proyecto.

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Arremonops rufivirgatus	15	100.00
Ortalis vetula	15	100.00
Zenaida asiatica	15	100.00
Cyanocorax yucatanicus	14	93.33
Cardinalis cardinalis	13	86.67
Eupsittula nana	13	86.67
Vireo pallens	13	86.67
Cyanocompsa parellina	12	80.00
Polioptila caerulea	12	80.00
Thryothorus ludovicianus	11	73.33

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Crypturellus cinnamomeus	10	66.67
Passerina cyanea	10	66.67
Tiaris olivaceus	10	66.67
Volatinia jacarina	10	66.67
Colinus nigrogularis	9	60.00
Leptotila verreauxi	8	53.33
Amazona albifrons	7	46.67
Cyclarhis gujanensis	7	46.67
Icterus gularis	7	46.67
Glaucidium brasilianum	6	40.00
Myiarchus tuberculifer	6	40.00
Chaetura vauxii	5	33.33
Cynanthus canivetii	5	33.33
Dryobates scalaris	5	33.33
Molothrus aeneus	5	33.33
Myiozetetes similis	5	33.33
Pheugopedius maculipectus	5	33.33
Polioptila albiventris	5	33.33
Rupornis magnirostris	5	33.33
Geothlypis poliocephala	4	26.67
Hirundo rustica	4	26.67
Melanerpes aurifrons	4	26.67
Saltator grandis	4	26.67
Trogon melanocephalus	4	26.67
Camptostoma imberbe	3	20.00
Coragyps atratus	3	20.00
Crotophaga sulcirostris	3	20.00
Icterus auratus	3	20.00
Melanerpes pygmaeus	3	20.00
Melanoptila glabirostris	3	20.00
Meleagris ocellata	3	20.00
Myiarchus yucatanensis	3	20.00
Pheucticus ludovicianus	3	20.00
Tyrannus couchii	3	20.00
Amazilia yucatanensis	2	13.33
Columbina passerina	2	13.33
Granatellus sallaei	2	13.33
Mimus gilvus	2	13.33

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Myiarchus tyrannulus	2	13.33
Pachyramphus aglaiae	2	13.33
Passerina ciris	2	13.33
Thamnophilus doliatus	2	13.33
Tyrannus melancholicus	2	13.33
Archilochus colubris	1	6.67
Dives dives	1	6.67
Dryocopus lineatus	1	6.67
Dumetella carolinensis	1	6.67
Empidonax flaviventris	1	6.67
Empidonax minimus	1	6.67
Geococcyx velox	1	6.67
Geranospiza caerulescens	1	6.67
Mniotilta varia	1	6.67
Patagioenas flavirostris	1	6.67
Pitangus sulphuratus	1	6.67
Setophaga americana	1	6.67
Setophaga magnolia	1	6.67
Troglodytes musculus	1	6.67
Tyrannus tyrannus	1	6.67
Uropsila leucogastra	1	6.67

Mamíferos no voladores

A continuación, se presenta la información correspondiente a los mamíferos terrestres no voladores registrados durante el muestreo, en la que se engloba a los pequeños roedores (ratas y ratones) y los mamíferos medianos y grandes.

En la zona del proyecto se registró un total de ocho especies de 6 familias diferentes. Del total, dos especies se incluyen en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 1 amenazadas (A) y 1 en Peligro de extinción (P).

En el área del proyecto fueron registradas 6 especies de las cuales. De estas 1 es endémicas y 1 catalogada como invasora (ambas especies de roedores), 1catalogadas en la NOM 059 como en Peligro de extinción (P) el *Tamandua mexicana*.

En el sistema ambiental del proyecto fueron registradas 7 especies 1 es endémica y 2 catalogadas en la NOM 059 1 como amenazadas (A) el *Herpailurus yagouaroundi* y 1 en peligro de extinción (P) el *Tamandua mexicana*.

En cuanto a abundancia, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 10 registros de mamíferos no voladores, las especies Odocoileus virginianus y Nasua narica fueron las que más avistamientos de organismos o rastros tuvieron.

Tabla III.32. Datos de abundancia de los mamíferos no voladores registrada en el área del proyecto.

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia Relativa
Odocoileus virginianus	3	100
Nasua narica	3	100
Tamandua mexicana	1	33.33333333
Orthogeomys hispidus	1	33.33333333
Mus musculus	1	33.33333333
Peromyscus yucatanicus	1	33.33333333

En el sistema ambiental del proyecto se obtuvieron un total de 13 registros de mamíferos no voladores, las especies *Odocoileus virginianus* y *Nasua narica* fueron las que más avistamientos de organismos o rastros tuvieron.

Tabla III.33. Datos de abundancia de los mamíferos no voladores registrada en el sistema ambiental del proyecto.

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia Relativa
Peromyscus yucatanicus	3	100
Urocyon cinereoargenteus	3	100
Orthogeomys hispidus	2	66.66666667
Odocoileus virginianus	2	66.66666667
Tamandua mexicana	1	33.33333333
Nasua narica	1	33.33333333
Herpailurus yagouaroundi	1	33.33333333

Quirópteros

Mediante la aplicación de dos técnicas para su registro (redes de niebla y grabación ultrasónica con un Bat detector) se obtuvo un total de 7 especies pertenecientes a tres familias que representan al 17% de los quirópteros presentes en el estado de Yucatán (MacSwiney González, 2010).

En las estaciones de redeo de logró la captura de 21 individuos pertenecientes a 4 especies, Como resultado de las grabaciones acústicas fue posible identificar a 2 especies más para complementar el listado de 6 especies. No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III.34. Abundancia de murciélagos capturados en las estaciones de redeo.

Especie	Estación de Redeo AP1	Estación de Redeo AP2	Estación de Redeo SA1	Estación de Redeo SA2
Glossophaga soricina	1	1	2	1
Artibeus jamaicensis	4	2	1	4
Desmodus rotundus	0	2	0	2
Sturnira lilium	0	1	0	2

Tabla III.35. Especies de murciélagos registradas en AP y SA del proyecto, indicando familia, nombre común y técnica de registro BD (Bat detector) o ER (Estación de redeo).

Familia	Especie	Nombre común	AP		SA	
			BD	ER	BD	ER
Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común	X	X	X	X
Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón		X		X
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de jamaica		X		X
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro		X		X
Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Murciélago charrreteras		X		X
Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	X		X	



Figura III.32. A la izquierda, capturado en redes, el Murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y a la izquierda, el Murciélago lengüeton (*Glossophaga soricina*).

Análisis ecológicos

Herpetofauna

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad media para la herpetofauna en el área del proyecto (Simpson 1-D=.7592).

Tabla III.36. Índices ecológicos para la herpetofauna en el Área del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	8
Individuals	35
Simpson_1-D	.7592
Shannon_H	1.672

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad media para la herpetofauna en el sistema ambiental del proyecto (Simpson 1-D=.7216).

Tabla III.37. Índices ecológicos para la herpetofauna en el Sistema ambiental del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	12
Individuals	47
Simpson_1-D	.7216
Shannon_H	1.786

Avifauna

Para el grupo de las aves, los índices obtenidos reflejan una diversidad alta en el área del proyecto (Simpson 1-D=.9694), lo cual deriva del número de especies registradas y en la poca dominancia de las especies dentro de este grupo.

Tabla III.38. Índices ecológicos para la avifauna en el Área del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	58
Individuals	279
Simpson_1-D	.9694
Shannon_H	3.734

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad alta de aves en el sistema ambiental del proyecto, (Simpson 1-D=.9327), lo cual deriva del número de especies registradas, a la poca dominancia de las especies dentro de este grupo, la presencia de especies migratorias y el mejor estado de conservación del hábitat presente en esta zona.

Tabla III.39. Índices ecológicos para la avifauna en el Sistema ambiental del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	69
Individuals	347
Simpson_1-D	.9753
Shannon_H	3.909

Mamíferos no voladores

Para el grupo de los mamíferos no voladores, los índices obtenidos reflejan una diversidad media en el área del proyecto (Simpson 1-D=.78), lo cual deriva del número de especies registradas y en la poca dominancia de las especies dentro de este grupo.

Tabla III.40. Índices ecológicos para los mamíferos no voladores en el Área del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	6
Individuals	10
Simpson_1-D	.78
Shannon_H	1.643

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad media de los mamíferos no voladores en el sistema ambiental del proyecto, (Simpson 1-D=.9327), lo cual deriva del número de especies registradas, a la poca dominancia de las especies dentro de este grupo y el buen estado de conservación del hábitat presente en esta zona.

Tabla III.41. Índices ecológicos para los mamíferos no voladores en el Sistema ambiental del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	7

Índice	Valor
Individuals	13
Simpson_1-D	.8284
Shannon_H	1.845

Especies NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Área del proyecto.

Durante el estudio de campo se registraron en el Área del proyecto un total de 3 especies enlistadas dentro de la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, pertenecientes a los grupos de herpetofauna y aves. También se registraron 4 especies que se consideran endémicas para la Península de Yucatán (tres especies en la NOM-059 también son endémicas). Se reportaron especies en las categorías En Peligro (P) y Protección especial (Pr).

De acuerdo a la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies catalogadas como En Peligro (P) son aquellas que tienen un riesgo de desaparecer en su hábitat natural. Esto se debe a que sus poblaciones o áreas de distribución han disminuido drásticamente. Las especies con Protección especial (Pr) Son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural.

Tabla III.42. Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y reportadas como endémicas.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área del proyecto				
Herpetofauna				
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**AP**
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	*X*
Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Gecko cola de nabo	Pr	*X*
Aves				
Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	Pr	X
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	X
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	X
Mamíferos				
Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero	P	X

Tabla III.43. Ubicaciones de registro en el área del proyecto de especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las consideradas endémicas.

Especie	Nombre común	NOM 059	Coordenadas de registro
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	A	259460.61 m E 2351986.97 m N

Especie	Nombre común	NOM 059	Coordenadas de registro
			259035.46 m E 2352180.39 m N 259248.61 m E 2351972.56 m N
Thecadactylus rapicauda	Gecko cola de nabo	Pr	259458.54 m E 2351990.72 m N
Crypturellus cinnamomeus	Tinamú Canelo	Pr	259575.78 m E 2351977.68 m N 259209.56 m E 2351972.00 m N 258994.95 m E 2352184.19 m N 258977.48 m E 2351858.56 m N
Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	259562.03 m E 2351985.12 m N 259270.73 m E 2351960.83 m N
Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Pr	259304.54 m E 2351958.29 m N
Tamandua mexicana (rastro)	Oso hormiguero	P	259460.00 m E 2351986.00 m N

III.3.2.1. Conclusiones

La información recolectada durante este muestreo se considera suficiente para describir la composición de la fauna silvestre presente en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental. La riqueza global está conformada por 11 especies de herpetofauna, 78 aves, 8 mamíferos no voladores y 6 quirópteros. Adicional a esto, se obtuvo el registro de especies de reptiles (*Hemidactylus frenatus*) y roedores (*Mus musculus*) introducidos y considerados como plaga.

Se considera que el esfuerzo de muestreo aplicado fue suficiente para obtener una representación adecuada de los grupos estudiados (herpetofauna, aves, mamíferos terrestres y quirópteros), lo que permitirá su uso en la toma de decisiones relativas al desarrollo del proyecto y el diseño de las medidas de mitigación adecuadas.

Considerando los valores de diversidad, obtenida para los grupos de fauna silvestre del área del proyecto es media para la herpetofauna, alta para la avifauna y media para los mamíferos.

De acuerdo con la información obtenida en campo, en el área del proyecto se registraron 6 especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las cuales: 2 son reptiles, 3 aves y 1 mamíferos.

Durante la fase de preparación del sitio para establecer el proyecto, toda la fauna silvestre que se distribuyen dentro del AP se verá afectados por la remoción de la vegetación que implica la perdida de hábitat, sin embargo, los organismos cuya movilidad es restringida

(mamíferos fosoriales y herpetofauna) serán más susceptibles a sufrir daños por el movimiento de maquinaría y personal, (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

Se recomienda establecer medidas de mitigación para todos los grupos de fauna, sin embargo, debido a la importancia y vulnerabilidad de la herpetofauna se recomiendan medidas específicas para mitigar los impactos del proyecto en este grupo.

En cuanto a la avifauna, el área del proyecto está ubicada dentro del área de distribución de varias especies de aves endémicas de México. Se recomiendan acciones de mitigación específicas para estas especies como el diseño de áreas verdes con plantas nativas de la zona seleccionadas por su probable uso y alimentación por las aves.

III.4. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.4.1. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto

Se utiliza la información disponible en los medios oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e imágenes recientes de satélite.

En el caso de los componentes Bióticos se realizaron visitas de campo con la finalidad de identificar las especies de flora y fauna presentes en el predio y su Área de Influencia.

En este tenor, se tiene que el predio donde se pretende establecer el presente proyecto objeto de Evaluación de Impacto Ambiental se localiza en el municipio de Dzemul, Yucatán, sobre el tramo de la carretera Dzemul - Xtampu específicamente en una zona cuyas características ambientales primarias se han visto impactadas por la actividad antropocéntrica, como son las áreas de cultivo, ganadería, y desmontes en años pasados.

En las colindancias del predio se pueden apreciar ranchos con actividad agrícola y ganadera, desarrollos inmobiliarios, y actividades de bajo impacto como la Apicultura. No se omite mencionar la cercanía del predio del proyecto (aproximadamente 10.5 kilómetros) con el Mar del Golfo de México, específicamente con el puerto de Telchac y playas de la zona conocida como San Bruno.

Con toda la información presentada se puede concluir que el sitio del proyecto forma parte de un Sistema Ambiental de Selva secundaria con actividades agrícolas en transición por su cercanía a actividades de zonas de costa.

Por su parte, en las secciones a continuación se describen los principales componentes ambientales encontrados para el Biológico (Biótico), Medio Físico (Abiótico) y Socioeconómico con los que cuenta el área bajo estudio del proyecto.

III.4.1.1. Biótico

El componente biótico como elemento de la Región Ecológica con el cual interactúa el proyecto se ha presentado en los apartados previos de este mismo capítulo. Se incluye en

esta consideración el análisis comparativo del uso de suelo y vegetación existente en el AP, identificado y confirmado en campo, respecto a lo establecido en la cartografía del INEGI.

III.4.1.2. Abiótico

III.4.1.2.1. Clima

La posición geográfica de la Península de Yucatán, en la que tres de sus flancos están rodeados por mares, así como su relativa cercanía al Trópico de Cáncer y a la Celda Anticiclónica Bermuda Azores y la ausencia de orografía considerable, hace que la región tenga un clima muy particular.

La península está regida por un gradiente de precipitación que ocasiona que la parte norte sea la más seca, ocupada principalmente por el estado de Yucatán, de los tres que componen su parte mexicana.

El entendimiento del mesoclima ayuda a explicar la distribución de los tipos de vegetación, la flora y fauna que ahí habitan, y por tanto, la biodiversidad (Mosiño, Alemán y García, 1974; Orellana y otros, 1999).

En la costa de Yucatán dominan climas secos y semisecos cálidos y muy cálidos que se distribuyen a lo largo de la franja costera, casi paralela al litoral norte de Yucatán. La temperatura media anual oscila entre los 22 y 26°C. El clima seco cálido predomina en la zona al este de Telchac Puerto hacia el oeste de Progreso y únicamente ocupa una pequeña zona, cercana al Golfo de México.

El área del proyecto cuenta con el tipo de clima **BS1(h')w** el cual se clasifica como semiárido cálido (estepario) según la modificación del sistema Köppen (García). Ver figura siguiente.

Se caracteriza por ser el tipo de clima seco menos árido, con temperaturas medias anuales superiores a 22° y lluvias concentradas en el verano, con un porcentaje de lluvia invernal que representa entre el 5% y 10.2% del total anual. La Vegetación se caracteriza típicamente asociada a selva baja caducifolia y cactáceas candelabriformes.

- **Fenómenos climatológicos.**

No se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C. Tampoco se presenta granizo. Solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe. Sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas hasta de 40 grados centígrados.

Nortes

En la región se presentan dos tipos de precipitación: la primera de origen convectivo, que resulta del enfriamiento adiabático del aire que asciende, resultado del calentamiento de la superficie. De este ascenso resultan nubes cúmulos y cúmuluninbus de gran desarrollo vertical que producen lluvias abundantes acompañadas de rayos y truenos y que se originan en la estación calurosa del año y en las horas más calientes del día.

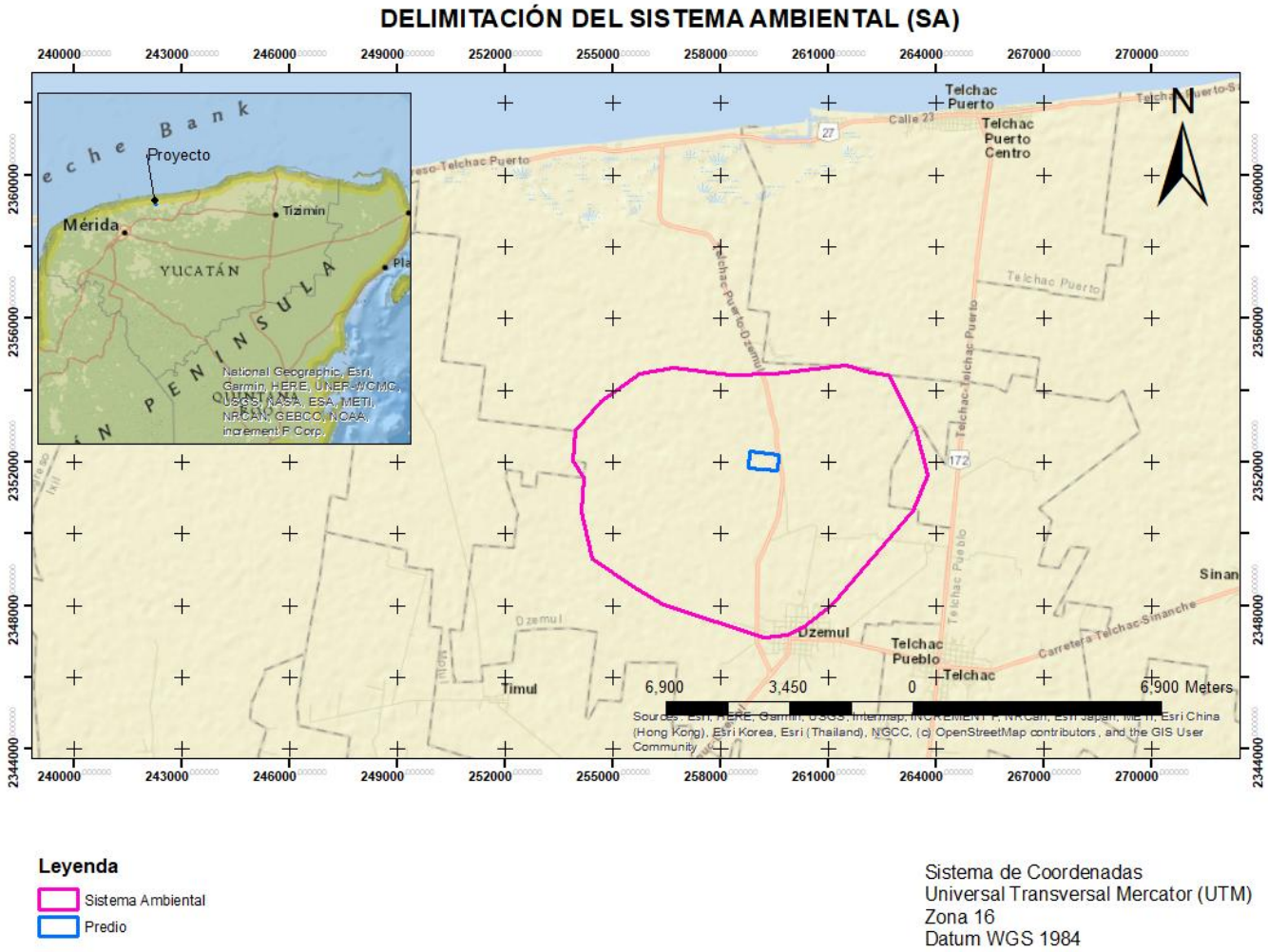

Figura III.33. Área de influencia del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Estas lluvias solo cubren extensiones relativamente pequeñas y son de corta duración; la segunda, de origen frontal o ciclónica, se desarrolla en los centros de baja presión donde el aire tiende a converger y grandes masas de aire se encuentran y sobreponen formando frentes. En ellos el aire caliente se eleva oblicuamente sobre el aire frío con un ascenso lento, por lo que el enfriamiento es también lento.

De lo anterior resulta una precipitación que dura más tiempo y abarca una mayor extensión con nubes del tipo cirrus, cirrustratus y altostratus. Este tipo de precipitación se presenta durante el invierno y se asocia a los llamados "nortes".

Las masas de aire sufren un debilitamiento en invierno con velocidades promedio de 1.5 m/s y una acentuación en el estío con 3.5 m/s, en consecuencia, los vientos dominantes cambian también; pero lo más importante es que la posición y debilitamiento del anticiclón en invierno deja lugar para que intervenga otra corriente distinta: la corriente occidental. Grandes masas de aire frío se desplazan del centro de alta presión del norte de Estados Unidos y Canadá, hacia el Mar de las Antillas con aire frío y seco, produciendo los llamados "nortes", con vientos del norte y noroeste que se dejan sentir a partir del mes de julio.

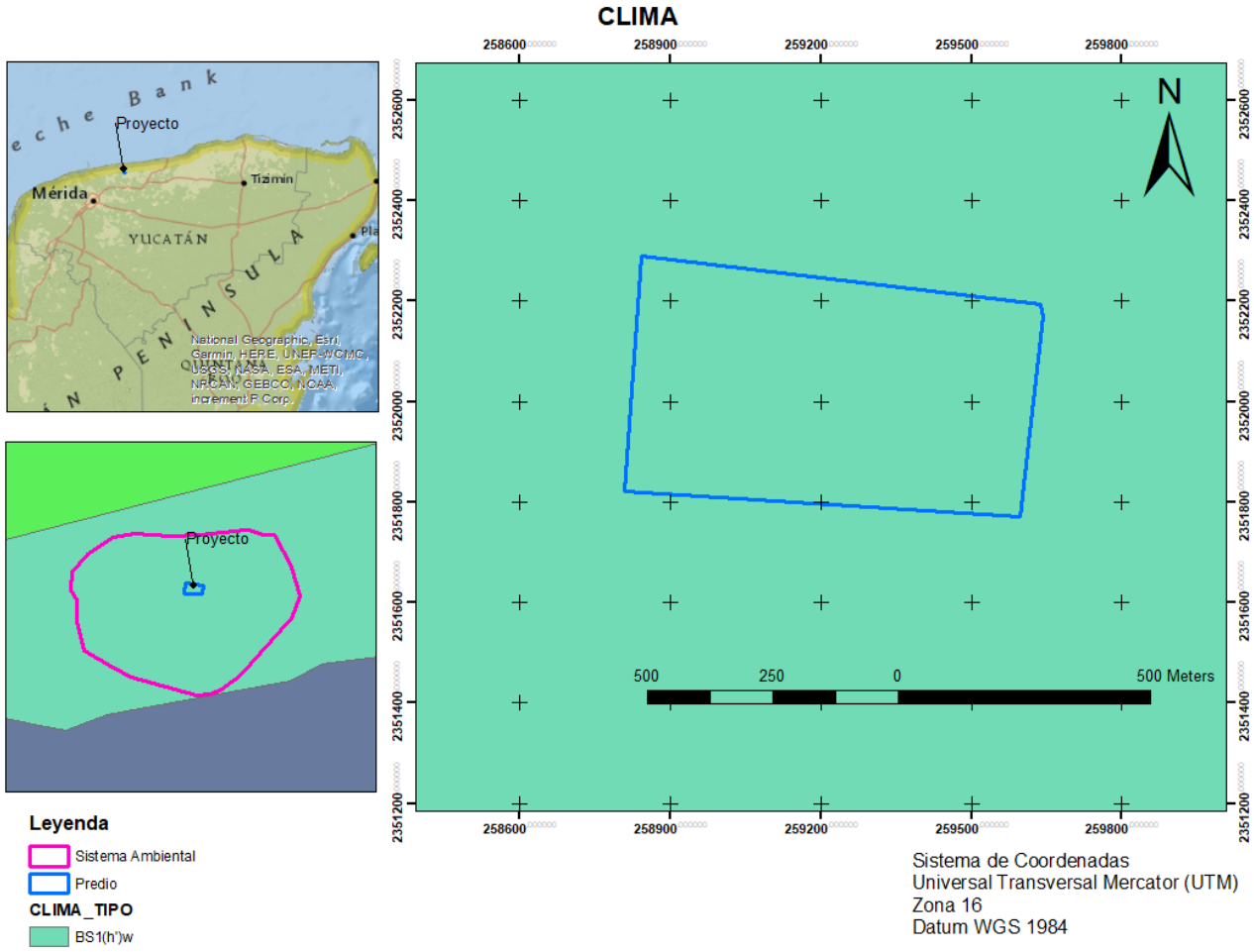

Figura III.34. Tipo de Clima en la zona del proyecto. Fuente: Elaboración propia**.**

Los vientos que acompañan a los nortes, y que, al llegar a la Península de Yucatán, se humedecen a su paso a través del Golfo de México, alcanzan velocidades hasta de 26 m/s.

Tormentas tropicales y Huracanes.

También se desarrollan en la región algunos eventos climatológicos extremos, tal como las tormentas tropicales y los huracanes, siendo estos últimos muy frecuentes en la zona. La manera en la que estos dos fenómenos meteorológicos se generan está correlacionada, y se explica a continuación.

Las tormentas tropicales se pueden formar en el verano por inestabilidades de baja presión en los mares tropicales como el Caribe y el Golfo de México, y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un huracán. La trayectoria de cada huracán depende, entre otras cosas, del lugar en que se originen (Orellana, 1999).

Las tormentas tropicales son muy importantes, ya que la mayor parte del transporte de humedad del mar hacia las zonas semiáridas del país ocurre por su causa o sus condiciones antecedentes. En diversas regiones del país las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación pluvial anual.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de los vientos máximos sostenidos. Cuando éstos son mayores de 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina huracán, cuando son entre 61 km/h (16.9 m/s) y 119 km/h (33.1 m/s) se le denomina tormenta tropical y cuando los vientos son menores de 61 km/h (16.9 m/s) se le denomina depresión tropical. Constantemente, en los últimos años los huracanes o ciclones han afectado de diferente manera la Península de Yucatán, pudiendo causar mayor o menor daño, dependiendo de su magnitud, lugar de incidencia, periodo de permanencia, etc.

Entre 1980 y 2003, impactaron las costas de México 92 ciclones tropicales, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a tierra. En promedio, cada año 3.8 ciclones tropicales impactan en el país, de los cuales 1.4 son en las costas del Golfo de México y el Caribe, y 2.4 en las del Pacífico.

La presencia de los ciclones en la Península se distribuye en los meses de febrero a noviembre, concentrándose principalmente en los meses de junio a octubre, y presentándose una mayor actividad en septiembre que ha registrado 39 eventos en el periodo de 1886 a 1996. Destaca el año de 2005, durante el cual se originaron en la cuenca del Atlántico 26 ciclones tropicales con nombre.

Según Flores y Espejel (1994), los huracanes ocurren cada 8 a 9 años, siendo que para los considerados como peligrosos la frecuencia media oscila entre los 8 y 15 años. Por la naturaleza de estos fenómenos, sus efectos destructores más importantes se reflejan (por la gran precipitación que representan en un corto periodo de tiempo) en la acumulación de cantidades de agua que exceden la capacidad natural de drenaje, provocando en inundaciones en las partes bajas y planas de extensas zonas.

En este contexto vale la pena recordar los casos de los huracanes Gilberto e Isidoro, el más potente y el más dañino, respectivamente que hayan incidido sobre la Península.

Tabla III.44. Huracanes que han impactado la Península de Yucatán de 1980 a 2005.

Huracán	Lugar de entrada a tierra	Entidades federativas afectadas	Año	Vientos máximos sostenidos (km/h)	Categoría
Gilbert	Puerto Morelos, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila	1988	287	H5
Diana	Chetumal, Quintana Roo	Yucatán, Campeche, Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Nayarit	1990	110	TT
Roxanne	Tulum, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz	1995	185	H3
Dolly	Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León	1996	110	TT
Isidore	Telchac Puerto, Quintana Roo	Yucatán, Campeche, Quintana Roo	2002	205	H3

Huracán	Lugar de entrada a tierra	Entidades federativas afectadas	Año	Vientos máximos sostenidos (km/h)	Categoría
Emily	Cozumel, Quintana Roo	Yucatán, Quintana Roo	2005	215	H3
Wilma	Cozumel, Quintana Roo	Yucatán, Quintana Roo	2005	241	H4

Modificado de Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. SGT. CNA.
* Categoría de huracanes de acuerdo con la escala de Saffir/Simpson.
La intensidad de los vientos se refiere al momento de impacto en tierra, y no a la intensidad máxima a lo largo de su trayectoria.

Entre los más recientes fenómenos de este tipo que han llegado a la región se encuentra el huracán Beryl (julio de 2024), mismo que ingresó a la península por Quintana Roo (zona de Tulum) con categoría 2 y cuyos efectos de lluvia y viento se hicieron sentir en la zona del proyecto.

La frecuencia para este tipo de fenómenos está determinada por los meses más cálidos sin lluvia, que se dan antes y después del paso de los meteoros. En Yucatán el paso de estos huracanes y tormentas tropicales ha tenido una frecuencia regular ya que la Península es zona que está sujeta a bajas presiones justo durante su paso. Generalmente ocurren cuando coincide un centro de baja presión atmosférica con una zona de temperatura más alta a la que se encuentra inmediatamente alrededor, lo que provoca una circulación cerrada alrededor de un punto central.

La presencia o ausencia del proyecto no provocará cambios en la frecuencia de la presencia de intemperismos en la zona; sin embargo, el conocimiento de estos intemperismos son de suma importancia para el proyecto, por el hecho de tomar las medidas preventivas en caso de que durante su preparación del sitio, construcción y operación se presente algunos de estos fenómenos.

Asimismo, la posible de ocurrencia de estos fenómenos en la zona, implica que los materiales de construcción y las propias técnicas de construcción deberán considerar la fuerza de los vientos y cantidad de agua que aportan. Incluso el mantenimiento necesario a las vialidades que no serán pavimentadas.

III.4.1.2.2. Geología y Geomorfología

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1960); las rocas más antiguas se localizan al sur del estado de Yucatán y corresponden a rocas de la época del Neógeno, que se encuentran dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas, dentro de las que se incluyen a las rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituidas por yeso, anhidrita y halita, ricas en sulfatos y cloruro de sodio respectivamente.

El marco geológico, está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en el Terciario y Cuaternario. Las rocas más antiguas son calizas cretácicas y calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno, de coloración clara y con

delgadas intercalaciones de margas y yeso, afloran en la porción sur del Estado de Yucatán y tienen espesor hasta de varios cientos de metros. Existen sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos; las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas: coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido.

Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal, excepto en las inmediaciones del río hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno una configuración escalonada.

Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m, en alguna de ellas han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar.

Los "cenotes" y "dolinas" son manifestaciones kársticas, típicas de esta parte del país, varían en diámetro desde unos cuantos metros hasta más de 100 m, fueron formados principalmente por la acción vertical de la disolución y paso del agua hacia niveles profundos del nivel estático durante los períodos glaciales y revelan que las calizas han estado sujetas a significante disolución vertical, siendo las "cavernas" o "grutas", la manifestación más espectacular y se encuentran de diversos tamaños y extensión en función de la edad de la roca e incidencia de los aspectos geológicos estructurales.

En la costa norte de la Península, desde su extremo poniente en Celestún, Yuc., hasta Cabo Catoche, Q. Roo, existe un cordón litoral angosto, producto de acarreos marinos, separado de tierra firme por ciénagas, marismas y lagunas pantanosas de agua salobres e hipersalinas en época de estiaje, que forman una franja en general también angosta. Estas áreas de agua están sujetas a los efectos de las mareas, lo que se observa en algunas partes de la costa oriental, tal como en zonas localizadas entre Cabo Catoche y Cancún, así como también entre Tulúm y Chetumal, localidades todas del estado de Quintana Roo.

El área de estudio se ubica en la zona conocida como **planicies estructurales**, caracterizado por extensas plataformas de roca caliza, formadas por la emergencia de arrecifes marinos durante el Plioceno, que cubren la mayor parte de la península. Se caracterizan por ser terrenos planos, ondulados o escalonados, fuertemente modificados por la disolución kárstica (cenotes) y situados en su mayoría a baja altitud; sus particularidades según su ubicación resultan de la siguiente manera:

Norte: Planicies bajas, arenosas y con altos niveles de inundación (manglares y dunas).

Centro/Oriente: Planicies kársticas con relieve de "lomitos" y cenotes frecuentes.

Sur: Límite con la sierra de Ticul, donde las planicies terminan y comienzan terrenos más elevados.

III.4.1.2.3. Topografía

La superficie estatal forma parte de la provincia Península de Yucatán. El estado de Yucatán es una provincia fisiográfica muy singular en el contexto mexicano, con una historia

geológica relativamente más joven que la del resto del país. Su substrato está constituido por rocas carbonatadas y calcáreas neogénicas y cuaternarias.

La mayor parte del territorio lo conforma una llanura que se formó como producto de la aparición de una plataforma marina compuesta por roca calcárea y en donde se han formado cenotes.

En la zona costera, se han desarrollado playas y cuerpos de agua como el estero de Celestún, Yucalpetén, El Islote y Ría Lagartos.

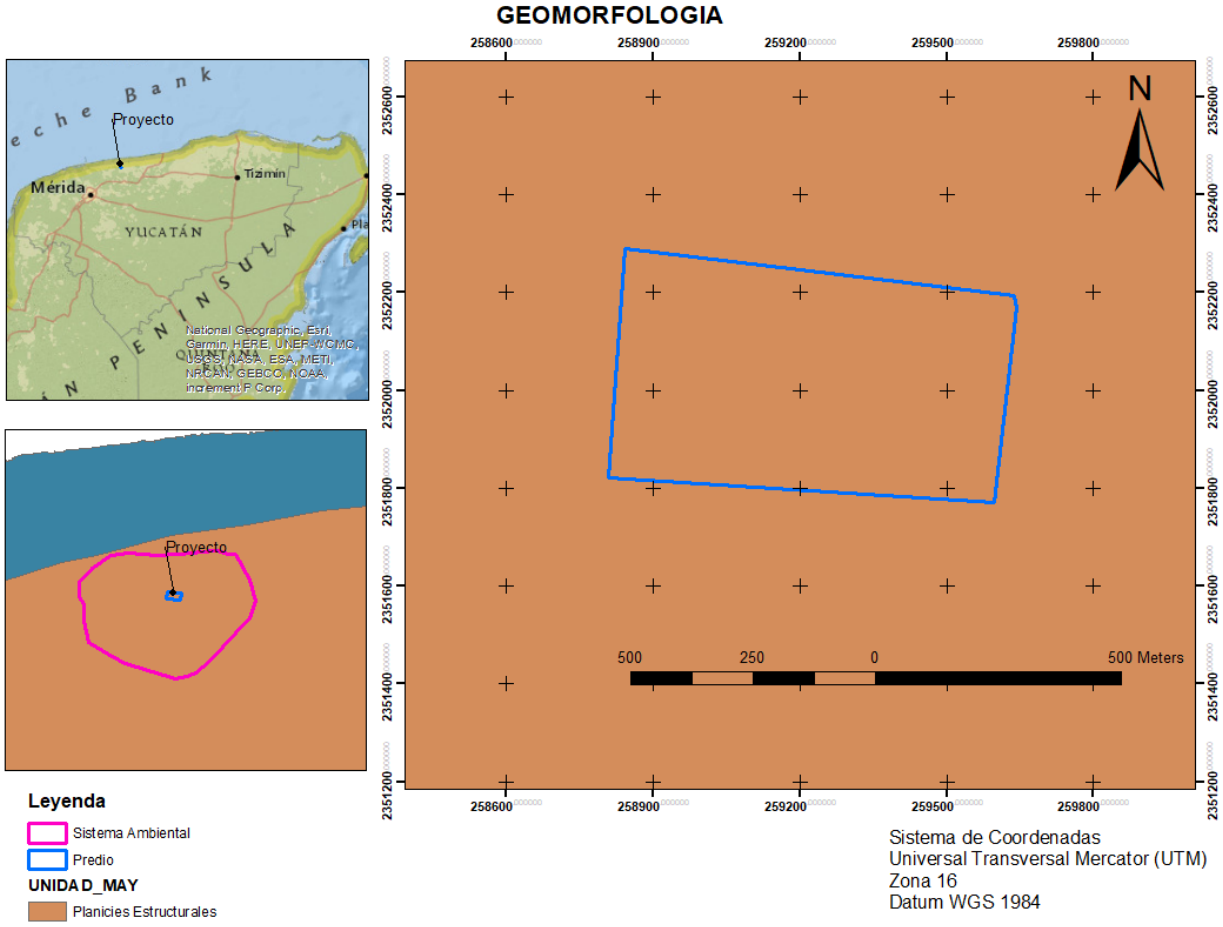

Figura III.35. Geomorfología en la zona del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Al sur, se localiza el cerro Benito Juárez con 210 metros sobre el nivel del mar (msnm), es la mayor altitud entre la llanura y el lomerío. Como resultado del movimiento de fragmentos o placas tectónicas de la corteza terrestre se formó una elevación muy estrecha y alargada en dirección noroeste-sureste a la que se le conoce como Sierrita de Ticul.

El relieve es considerado tipo karst de mesa con predominio de estructuras tabulares monoclinales y se organiza en una serie de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales. Particularmente el sitio del proyecto se localiza en una zona donde la altura

promedio es de 6 msnm, en la siguiente figura se observa que el área de estudio está en una zona prácticamente plana, la cual es característica de la península de Yucatán.

III.4.1.2.4. Edafología

En el estado de Yucatán se presentan hasta ocho grupos de suelo, a saber: Solonchak, Regosol, Cambisol, Litosol, Rendzina, Luvisol, Nitosol y Gleisol, los cuales forman diferentes asociaciones entre sí, siendo las más frecuentes las asociaciones con Litosoles o Rendizinas ocupando hasta el 76% de las localidades, seguidos por Luvisoles con 19% y Gleisoles, Cambisoles y Solonchak con el 5% restante.



Figura III.36. Topografía en la zona del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Con base a la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos (Bautista, *et al*, 2005), así como la actualización a la capa INEGI serie VII para el caso del polígono del proyecto indica que el predio se encuentra en un área con **suelo tipo Litosol**, el cual se caracteriza por aparecer mayormente en asociación con Rendzinas.

Este tipo de suelo presentan abundantes fragmentos de coraza calcárea, son suelos que varían en color y textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y otras por ser migajón arcilloso con hasta 30%, también el contenido de materia orgánica es variable.

III.4.1.2.5. Hidrografía

La hidrografía de Yucatán es una de las más peculiares del mundo debido a la total ausencia de corrientes de agua en la superficie. Sin embargo, esta zona cuenta con una gran

abundancia de depósitos acuáticos subterráneos y en ciertos lugares que aflora se conocen como cenotes, dentro del área de influencia del proyecto no se observaron cuerpos de agua.

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la Península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido. Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, una parte considerable se pierde mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas para finalmente llegar al mar.

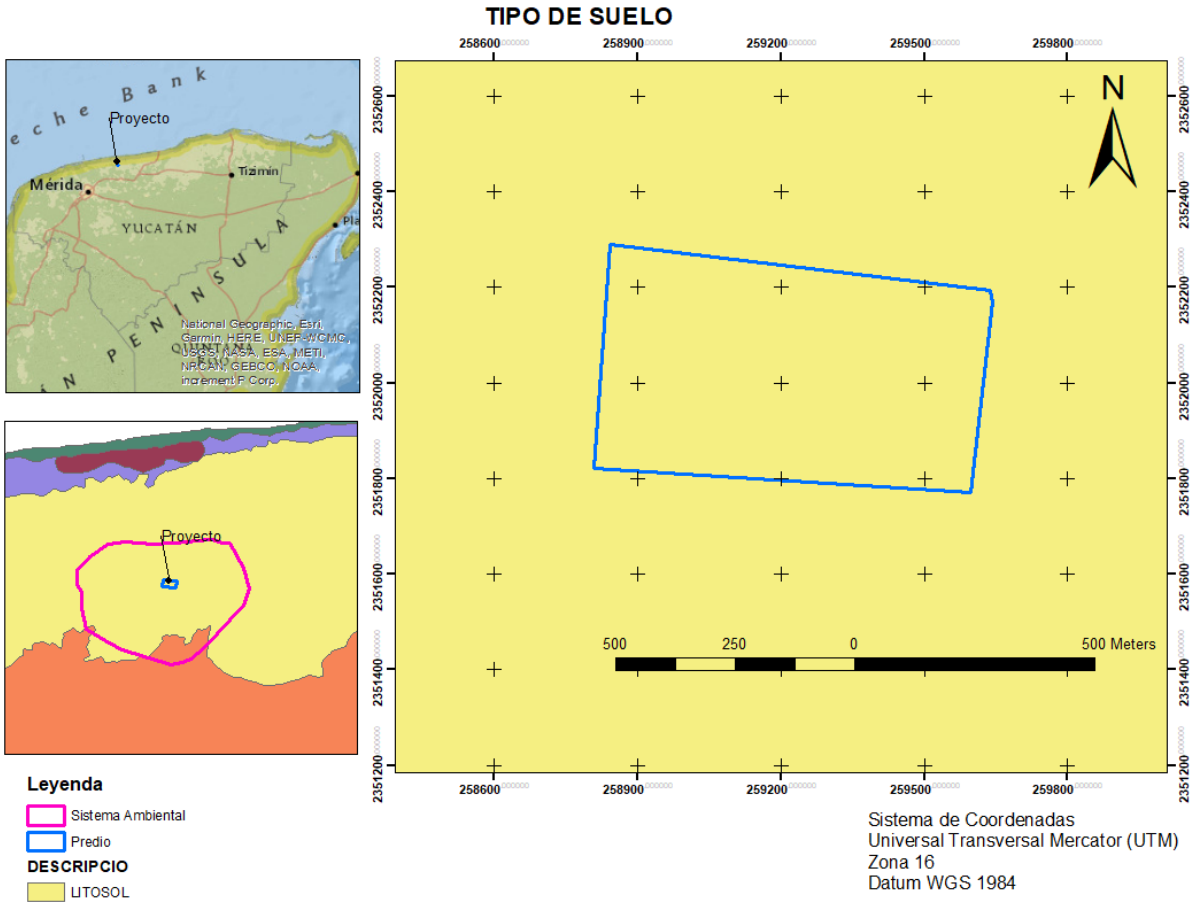

Figura III.37. Tipo de suelo en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación es alta-extrema, de 7.0, por efecto del poco espesor de la zona no saturada y la gran permeabilidad de las rocas del subsuelo (INEGI, 2002).

El flujo subterráneo se da desde las porciones internas de la península radialmente hacia las planicies costeras.

Con respecto a la ubicación del sitio de estudio, este se encuentra en la zona geohidrológica conocida como **semicírculo de cenotes**, ésta es la más crítica del estado pues presenta las condiciones más adversas del medio acuífero como son: la alta permeabilidad de las calizas, la poca altitud y el delgado espesor del agua dulce por encima del nivel del mar, da como resultado que forme un lente muy delgado sobreyacente a la interfase salina especialmente en las zonas cercanas a la costa.

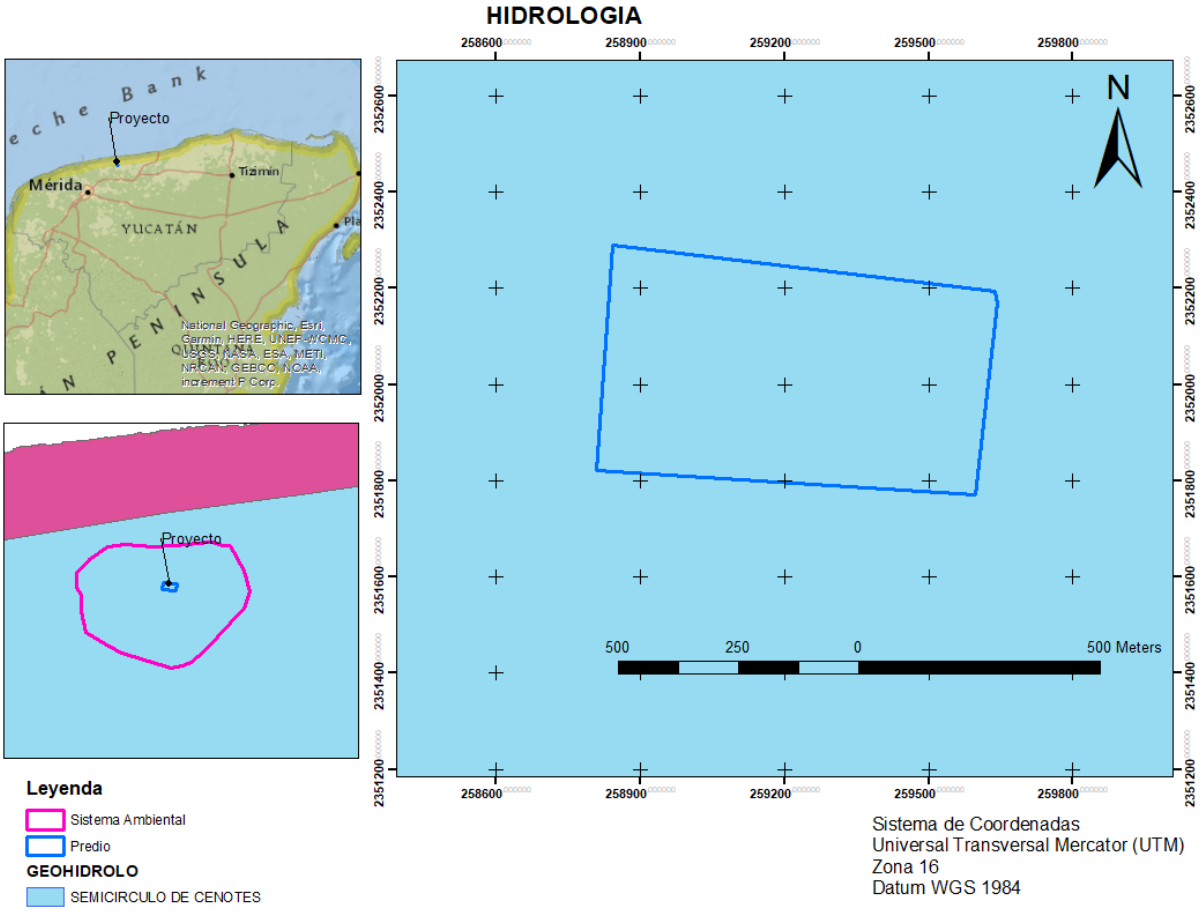

Figura III.38. Hidrología en el área del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Constituye el acuífero más susceptible a la contaminación y a la intrusión salina en el estado, se conforma de materiales no consolidados y consolidados del Cuaternario de origen sedimentario, los primeros consisten principalmente de arena, arcillas y limos con permeabilidad baja media y los consolidados presentan permeabilidad alta.

La dirección del flujo subterráneo del agua es de sur a norte, regido principalmente por los canales de disolución y las pequeñas diferencias altimétricas.

Durante el período de estiaje sufre ligero abatimiento que se recupera durante las épocas de lluvias. El espesor medio del acuífero es de 15 m y la profundidad media del nivel estático es de 4 m (INEGI 2002).

Usos principales

De manera general, el agua subterránea de la zona se utiliza para uso doméstico y agrícola, entre otros usos, tal es el caso de las actividades pecuarias. De hecho, en el predio del proyecto se encuentra un pozo con brocal, debido al uso previo como rancho.

Por lo tanto, los usos dados a este recurso en la zona son principalmente de consumo para los asentamientos localizados en el área, particularmente viviendas y algunos usos agropecuarios, tales como riego, procesamiento de alimentos y actividades turísticas. La extracción de agua subterránea a través de pozos, norias y cenotes es recargada por el volumen precipitado. La descarga natural, además de efectuarse por evapotranspiración, se realiza a través de manantiales en forma difusa en las costas norte y occidental.

Calidad del agua

Con respecto a la calidad del agua subterránea, Pacheco *et al*., (2004) realizaron un diagnóstico en los pozos de extracción de las 106 cabeceras municipales de Yucatán, evaluando la calidad química y bacteriológica del agua subterránea. Los parámetros fueron comparados con los límites permisibles reportados por las normas oficiales. De manera general, la calidad química del agua subterránea con fines de abastecimiento en los sistemas municipales es aceptable para la mayoría de los municipios, ya que, de los 22 parámetros químicos estudiados, solo cinco (nitratos, cloruros, sodio, dureza total y cadmio) excedieron los límites máximos permisibles por la Norma (NOM-127-SSA1-1994); sin embargo, la calidad bacteriológica no es aceptable. Esto se debe a que la naturaleza fisurada del subsuelo hace que el movimiento del agua hacia el nivel freático sea más rápido por lo que la zona insaturada (o vadosa) casi no tiene capacidad de atenuación, en especial, en lo que se refiere a la contaminación microbiológica, ya que la apertura de las fisuras es mayor que los microorganismos patógenos (Pacheco *et al*., 2004).

La calidad del agua no se verá afectada por el proyecto, ya que este plantea como parte de las medidas preventivas tales como la colocación de baños portátiles por cada frente de trabajo. Sin embargo, se aplicarán medidas de prevención y mitigación, que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

Identificación de Cuerpos de Agua

En el predio no se encuentra ningún cuerpo de agua superficial o aflorado relevante o reconocido, por lo tanto, no será afectado u aprovechado.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto el agua será obtenida a través de proveedores (pipas) que tendrán fuentes de abastecimiento existentes, formales y autorizadas.

Referencia: *INEGI (2002). Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.*
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224165/702825224165.pdf

No se reconoce oficialmente la existencia de zonas inundables en el polígono del proyecto. Sin embargo, en el predio se detectan espacios con afloramiento de roca (laja) y/o bajos que, en caso de intemperismos severos o una temporada de lluvias extraordinaria, provocaría encharcamientos temporales en el predio.

Respecto a cuerpos de agua permanentes, en el polígono no se detectó alguno. En la zona, se detectan algunos cuerpos cercanos, tales como cenotes. No se prevé su afectación por las obras y actividades del proyecto.

El sistema de tratamiento de aguas residuales del proyecto tendrá supervisión permanente y análisis de calidad para verificar su óptimo funcionamiento.

III.4.1.3. Medio socioeconómico

Los aspectos sociales y económicos relevantes aquí enmarcados se refieren al área geoestadística básica (AGEB rural) identificada como **31026006A** de Dzemul, Yucatán, que es donde se encuentra el polígono del proyecto.

Esta AGEB en que se encuentra inmerso el polígono del proyecto, que es muy extensa, incluye la porción costera del municipio (zona de playa del municipio) y se considera el área de influencia directa.

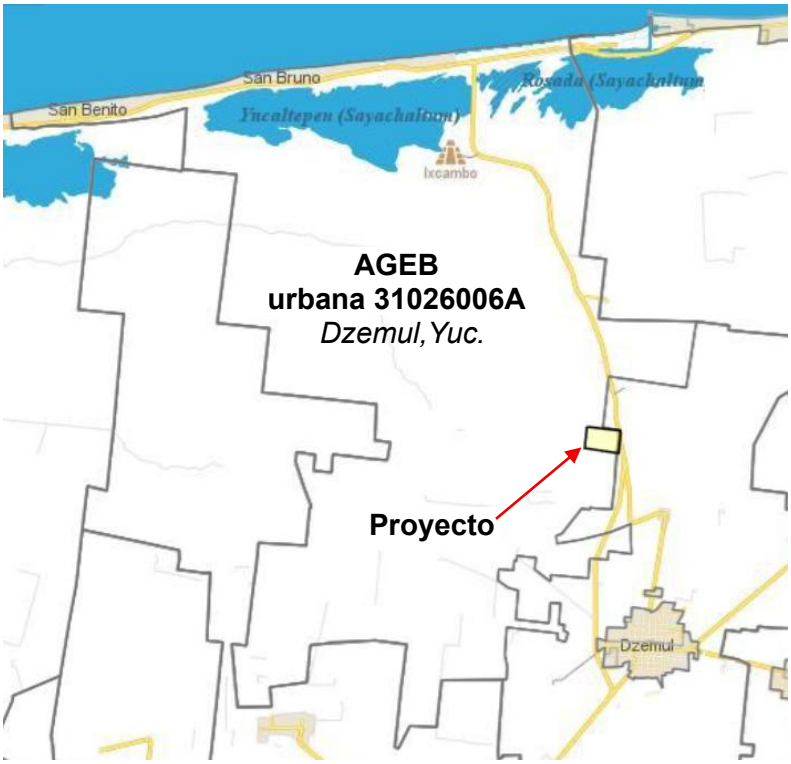

Figura III.39. Sistema socioeconómico definido para el proyecto, conformado por la AGEB 31026006A.

En el polígono del proyecto y el área de influencia colindante considerada (la AGEB), se encuentran sistemas agropecuarios dispersos y localidades o asentamientos humanos solamente en la costa: Xtampú, San Bruno y San Benito. Sin embargo, dada la naturaleza

del proyecto y su vinculación con las localidades de la zona que pertenecen al municipio de Dzemul, tanto en la zona costera como con la propia cabecera municipal, se tomarán en cuenta los datos totales del municipio para este análisis.

A continuación, se presenta un análisis de las condiciones socioeconómicas del sistema delimitado y de la población que se encuentra dentro del contexto del proyecto.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO DELIMITADA (MUNICIPIO DE DZEMUL)

Los siguientes datos corresponden a los resultados oficiales del Censo de Población y Vivienda del 2020, disponible en el INEGI, para el municipio de Dzemul, Yucatán.

Demografía. La población total en la zona de estudio es de **3,489 habitantes**, siendo la población masculina el 50.9% y la población femenina el 49.1%**.** La población es predominantemente mayor de edad (18 años y más), siendo del 70.6%, mientras que la población de 60 años y más es de 16.01%.

El promedio de hijos nacidos vivos es de 2.38. La población nacida en la entidad es la gran mayoría, con el 96.96%. El 25.6% de la población es soltera, mientras que el 47.6% es población casada.

En el sitio específico del proyecto no se cuenta con población. Previamente los terrenos funcionaron como un rancho ganadero (actualmente en abandono).

Grupos Étnicos. En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, en la zona de estudio, la población de 3 y más años que habla lengua indígena es del 21.9%.

Educación. El grado promedio de escolaridad en la zona es de 6.75.

En la localidad de Dzemul existen al menos dos escuelas preescolares (jardín de niños), dos primarias, una secundaria y una preparatoria (COBAY). En las localidades cercanas como Telchac Pueblo y Motul se cuenta con mayor infraestructura educativa complementaria, incluso particulares.

Aspectos Económicos. El 38.3% de la población es económicamente activa, mientras que la población ocupada es del 37.7%.

Salud y seguridad social. El 77.3% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud, correspondiendo el 56.2% en afiliación al IMSS. En la localidad de Dzemul se cuenta con servicios del IMSS Bienestar y algunos consultorios particulares. En las colindancias cercanas (Telchac Pueblo y Motul) se cuenta con mayor infraestructura educativa complementaria, incluso particulares.

Vivienda. El total de viviendas en la zona considera es de 1,575; con un promedio de ocupantes de 3.46 personas por vivienda. Respecto de las características o condiciones de las viviendas, se tiene que:

- 63.4% cuenta con piso distinto a tierra.

- 31.5% cuenta con 3 o más cuartos.
- 63.3% cuenta con electricidad.
- 50.1% cuenta con agua dentro de la vivienda.
- 53.5% cuenta con drenaje.
- 47.6% cuenta con refrigerador.
- 11.4% de las viviendas cuenta con automóvil.
- 7.7% de las viviendas cuenta con computadora personal.
- 33.9% cuenta con teléfono celular.
- 3.9% cuenta con servicio de internet.

Factores Socioculturales. El 96.1% de la población en la zona considerada es católica, mientras que se considera sin religión el 1.1%.

En el sitio donde se llevará a cabo el proyecto no se realizan actividades culturales y religiosas dadas la naturaleza del mismo, sin embargo, en los poblados cercanos se celebran fiestas tradicionales, en las iglesias católicas, así como también se pueden observar distintos templos de religiones donde se realizan las actividades correspondientes a las creencias de cada una de ellas. De igual forma, existen pequeños parques públicos en los mismos.

En relación con el proyecto

La población total de la zona de estudio se incrementará significativamente con la operación plena del proyecto, al menos al doble de los habitantes actuales considerando los lotes mixtos, multifamiliares y tipo hotel.

La oferta de empleos para la región debido a las distintas etapas del proyecto será para la población económicamente activa de la zona sin distinción de etnia u otras consideraciones de segregación. El criterio sería el requerimiento técnico de cada empleo, por lo que dependiendo de las necesidades técnicas y de experiencia de los puestos, será relevante en su caso el grado promedio de escolaridad. Todos los empleos que oferte el promovente u operador del desarrollo contarán con afiliación a algún servicio de salud.

En los lotes habitacionales del desarrollo se espera aproximadamente 3-4 habitantes por vivienda. Éstas contarán con todos los servicios básicos públicos y privados necesarios para su bienestar y óptima operatividad.

Con las amenidades e infraestructura recreativa, de esparcimiento y deportiva que tendrá el desarrollo, se espera que en el mismo sitio tengan lugar actividades culturales adecuadas conforme a los habitantes del complejo de índole privado.

III.5. Diagnóstico Ambiental

Revisada la situación de la vegetación y uso de suelo presentes en el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental (SA), se obtuvieron importantes conclusiones que permiten dar respuesta a los objetivos planteados en este estudio.

Los estudios de campo, fotointerpretación, análisis técnico científico de la vegetación presente, uso actual del suelo, así como los preceptos y definiciones que se tienen para clasificar el tipo de vegetación y uso de suelo del área de estudio; son elementos técnicos suficientes para concluir que el AP, ubicado en el municipio de Dzemul, Yucatán, cuenta con una superficie principalmente ocupada por parches de vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC) con una sucesión vegetal temprana, que no presenta otro uso actualmente, y que esta misma vegetación se encuentra representada en el SA en más del 95% las especies registradas, así mismo se puede afirmar que el ambos sitios estudiados alberga al menos 90 (90 para AP y 102 para SA) especies vegetales, representando a 14 especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, [35][36] y 76 (AP) a 88 (SA) especies nativas. Sin embargo, también se refleja el impacto de la actividad antropogénica, puesto que se observó algunas zonas con actividad agrícola y de desarrollos urbanos.

Aunque el SA se encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación secundaria de los parches de selvas presentes se mantiene compuesta de especies principalmente nativas así como una buena representación de endemismos, por lo que es altamente recomendable implementar procedimientos de rescate y reubicación de estas especies, así como la propuesta de creación de áreas permanentes de conservación, o en su caso superficies destinadas a la restauración forestal para garantizar la permanencia de la biodiversidad de la región estudiada, lo anterior se debe considerar en la implementación de los proyectos a desarrollar en el SA, lo que contribuiría a un desarrollo sustentable intensional y garantizar la permanencia de la diversidad y vegetación de dicho Sistema.

Respecto a la fauna silvestre presente en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental, la riqueza global está conformada por 11 especies de herpetofauna, 78 aves, 8 mamíferos no voladores y 6 quirópteros. Adicional a esto, se obtuvo el registro de especies de reptiles (*Hemidactylus frenatus*) y roedores (*Mus musculus*) introducidos y considerados como plaga. Los valores de diversidad para los grupos de fauna silvestre del área del proyecto, son: media para la herpetofauna, alta para la avifauna y media para los mamíferos.

De acuerdo con la información obtenida en campo, en el área del proyecto se registraron 6 especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las cuales: 2 son reptiles, 3 aves y 1 mamíferos.

Durante la fase de preparación del sitio para establecer el proyecto, toda la fauna silvestre que se distribuyen dentro del AP se verá afectados por la remoción de la vegetación que implica la perdida de hábitat, sin embargo, los organismos cuya movilidad es restringida (mamíferos fosoriales y herpetofauna) serán más susceptibles a sufrir daños por el movimiento de maquinaría y personal, (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

Se recomienda establecer medidas de mitigación para todos los grupos de fauna, sin embargo, debido a la importancia y vulnerabilidad de la herpetofauna se recomiendan medidas específicas para mitigar los impactos del proyecto en este grupo.

[35] La Provincia Biótica de la Península de Yucatán, incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como las regiones septentrionales de Belice y Guatemala

[36] Pérez-Sarabia, J.E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C., & Cetzal-Ix, W.. (2017). El conocimiento florístico de la Península de Yucatán, México. Polibotánica, (44), 39-49. https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.3

En cuanto a la avifauna, el área del proyecto está ubicada dentro del área de distribución de varias especies de aves endémicas de México. Se recomiendan acciones de mitigación específicas para estas especies como el diseño de áreas verdes con plantas nativas de la zona seleccionadas por su probable uso y alimentación por las aves.

En la actualidad, el área donde se ubicará el proyecto no se encuentra con la vegetación original, ya que está dominada por vegetación secundaria después de su uso como rancho ganadero. Por lo que de manera general presentan un suelo impactado, por los usos implementados.

Como resultado de la futura operación del proyecto, se contempla el mantenimiento o permanencia del tráfico vehicular de la zona específica. Sin embargo, la vialidad adyacente (carretera estatal) es suficiente para soportar la carga vehicular.

III.5.1. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

En las descripciones previas de este capítulo se ha configurado la problemática ambiental de la región ecológica. Se complementa esta valoración mediante el análisis del concepto de paisaje a continuación.

III.5.1.1. Paisaje

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad[37].

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

[37] Martínez Vega, J., Martín Isabel M. P. y Romero Calcerrada, R. (2003): "Valoración del paisaje en la zona de especial protección de aves carrizales y sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid)", GeoFocus (Artículos), Nº 3, p. 1-21. ISSN: 1578-5157

- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.

- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.

- Singularidades paisajísticas: elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla III.45. Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Media	En el área existen zonas de selva entremezcladas con áreas agropecuarias, productivas y zonas urbanizadas.
Fragilidad del paisaje	Media	La vegetación presente, por su densidad y altura, permite absorber parcialmente la introducción de elementos ajenos como los del proyecto.
Frecuencia de la presencia humana	Alta	En el área de estudio es común la presencia humana debido a la carretera Dzemul-Xtampú y los usos agropecuarios de la zona.
Singularidades paisajísticas	Baja	No existen singularidades paisajísticas a excepción de la presencia de la selva baja caducifolia en estado de recuperación posterior al uso agropecuario.

El paisaje de interés presenta una mezcla entre la carretera, infraestructura eléctrica (línea de distribución), terrenos agropecuarios y productivos y zonas con vegetación secundaria. En toda la zona se encuentran caminos terciarios (municipales) tipo brecha que son comunes para acceso a los predios.

La zona no cuenta con paisajes originales, pues está ocupada por una variedad de usos del suelo inducidos por el hombre, lo cual le confiere la categoría de alterado. Los principales usos del suelo según se observa en sitio son: terrenos con uso pecuario, fragmentos o islas de vegetación secundaria, comercios-servicios rurales, asentamientos humanos, así como la infraestructura de servicios públicos asociados.

III.6. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su Área de Influencia (AI)

Para el presente proyecto de lotificación y urbanización, las incidencias previstas del proyecto se resumen en la tabla siguiente.

Tabla III.46. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI.

Incidencia	Elemento del Proyecto que Incide	Superficie de Incidencia	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Uso de Suelo y Vegetación	Vialidades, Banquetas, Casa Club, Amenidades, PTAR, Almacén Temporal de Residuos	47,663.37 m^2	11.58%
Áreas de importancia ambiental	AICA “Ichka' Ansijo”. Región Hidrológica Prioritaria Anillo de Cenotes”.	411,581.09 m^2	100%
Corrientes y cuerpos de agua	Ninguno	-	-
Ecosistemas relevantes	Ninguno	-	-
Otro (especificar)	Ninguno	-	-

El predio o polígono del proyecto no incide en ningún ANP, ADVC, sitio Ramsar, humedal, manglar o Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Tampoco existen corrientes o cuerpos de agua en su interior o colindancias; ni ecosistemas relevantes dado que se trata de vegetación secundaria y pastizal cultivado por la preexistencia de un rancho.

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Los efectos de los impactos sobre los diferentes aspectos ambientales del sistema en el área del proyecto fueron determinados de acuerdo con las actividades del propio proyecto. A partir del conocimiento de cada actividad que se realizará, fueron seleccionados los componentes afectados por el proyecto. La metodología que se implementó fue tomada de Glasson, *et al.* (1999), Petts (1999) y Byron (2000), así como de Cantú-Martínez (2000).

El análisis implementado para la evaluación de los impactos ocasionados por el proyecto fue determinado a partir de la realización de matrices, de su ponderación, de su comparación y de su síntesis.

Con respecto a la identificación de los impactos ambientales que serán ocasionados por el proyecto ubicado en Dzemul, Yuc., se llevó a cabo el análisis de la información global de la obra, de acuerdo con los siguientes puntos:

1) La recopilación y análisis de información documental basada en datos generados del proyecto, para identificar aquellas actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de la obra.

2) Fueron verificadas en campo las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del proyecto. Así como también se realizaron muestreos para la localización e identificación de recursos susceptibles de alteración como podría ser el caso de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Otros componentes importantes fueron: características del suelo, elevaciones, y afloramientos del freático.

3) Metodología aplicable: Matriz de identificación de Impactos Ambientales y el Análisis de Cribado Ambiental.

Una vez obtenida la información pertinente, tanto empírica como teóricamente, se continuó al procesamiento de ésta, elaborando un conjunto de matrices y de gráficos los cuales son detallados a continuación.

Es necesario aclarar que las matrices presentadas para la evaluación de este proyecto, están compuestas todas por la misma estructura en cuanto a que presentan una misma relación entre las actividades del proyecto y sus componentes ambientales. Sin embargo, presentan diferencias en la asignación de la calificación entre cada relación actividad-componente ambiental.

Fueron seleccionadas las actividades más relevantes para cada una de las etapas, de acuerdo con la información de la descripción previa de la obra proyectada, así como también se seleccionaron las variables fisicoquímicas y ecológicas del ambiente que por el desarrollo del proyecto resultarán afectadas. Esta relación entre las actividades y las variables o componentes ambientales fue consignada en una matriz para de este modo, ser evaluados los impactos.

Para la selección de los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

Análisis de Cribado Ambiental

La evaluación de los impactos se hace considerando la importancia de cada variable impactada de manera cuantitativa, relacionándola con las actividades identificadas del proyecto, a través de un indicador que pondera el impacto en tres niveles a saber:

Impacto nulo = 0; impacto poco significativo = 0.5; impacto significativo = 1.

Así, con este proceso, se logra determinar cuáles actividades del proyecto causan mayor impacto sobre las variables ambientales. Con la sumatoria de los impactos identificados en cada fila, se obtienen aquellas variables ambientales que resultan más afectadas por las actividades del proyecto.

Tomando en cuenta las actividades del proyecto y los componentes del sistema ambiental presentado anteriormente, se construyeron las matrices de identificación y ponderación para la evaluación de los impactos.

La primera es la matriz que se refiere a los impactos generados por su grado: significativo, moderado y nulo. La segunda, hace referencia al tipo de impacto (negativo o positivo), así como a su incidencia en el sistema (temporal o permanente).

A partir de estas dos matrices, se complementa la caracterización mediante la identificación de los impactos que son extensos y acumulativos en el sistema ambiental.

Esta metodología descrita en los párrafos anteriores presenta la posibilidad de emitir consideraciones técnicas sobre el proyecto y justifica de manera anticipada la resolución del estudio.

La metodología aplicada en este manifiesto de impacto ambiental presenta las siguientes ventajas:

1) Permite tener una apreciación rápida de los impactos ambientales generados por el proyecto, a través de la representación gráfica de estos, teniendo a la vez una ponderación susceptible de cuantificar al sumar las barras de la matriz.

2) Mediante la matriz de Cribado Ambiental se obtiene una ponderación cualitativa del proyecto, en relación con su impacto en el ecosistema donde se lleva a cabo.

3) La metodología en su conjunto permite realizar la toma de decisiones más adecuada para amortiguar el impacto general provocado por el emprendimiento del proyecto, precisamente en aquellas variables más impactadas.

4) Permite presentar elementos que sustentan la decisión técnica respecto al proyecto.

IV.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto

En la zona donde se localiza el proyecto, se realiza la extracción del agua subterránea para el abastecimiento agropecuario mediante pozos rústicos. Incluso, debido a que en el predio funcionó previamente un rancho, es posible la ocurrencia de pozo de aprovechamiento de agua para riego y ganado.

Las aguas residuales producto de las descargas de aguas negras y grises en la zona no cuentan con sistemas adecuados para el tratamiento, lo que conlleva a la contaminación del manto freático.

El sitio específico donde se pretende llevar a cabo el proyecto cuenta con afectación previa debido al uso agropecuario, ya que el sitio fue un rancho. Este uso histórico agropecuario ha dado como resultado que se cuente con vegetación secundaria derivada de selva caducifolia.

Al sur del polígono del proyecto, aproximadamente a 4.5 km se encuentra la mancha urbana de Dzemul, que es la más importante del municipio.

En todas las colindancias del predio donde se establecerá el proyecto se encuentran terrenos rústicos y afectados por uso agropecuario, por lo que los pastizales inducidos son comunes. En la colindancia Este inmediata se encuentra la carretera Dzemul-Xtampú. Todo esto inmerso en una matriz de vegetación de selva baja caducifolia en distintos estados de perturbación y recuperación.

El proyecto se localiza aproximadamente a 4.5 km de distancia respecto de la cabecera municipal de Dzemul y a poco más de 46 km de la ciudad de Mérida. Las localidades de importancia más próximas son Dzemul, Telchac Pueblo, Telchac Puerto y Motul, en un rango de 17 km. Estas localidades serían las proveedoras o fuentes de servicios para el proyecto, según las especialidades requeridas por las obras y su operación posterior.

En los alrededores del predio del proyecto se observan predominantemente **predios rústicos, terrenos en plena actividad agropecuaria y desarrollos inmobiliarios diversos**.

Las tierras que se usarán para el proyecto fueron zonas de uso agropecuario (rancho). El uso actual del predio comprende una vegetación de crecimiento secundario derivado de selva baja subcaducifolia distribuida en parches de distintos grados de desarrollo.

El proyecto se desarrollará en una zona rural. La zona actualmente cuenta con el servicio eléctrico y de internet disponibles. Existe la factibilidad de extender los servicios públicos y privados necesarios para el proyecto, tanto desde la localidad de Dzemul como a partir de toda la zona metropolitana, según su tipo.

La recolección de basura será a través de medios propios en coordinación con el Ayuntamiento de Dzemul.

La electricidad en la zona se obtiene a partir de la línea de distribución de la CFE existente a pie de carretera y a pie del predio. La toma de electricidad para el proyecto ocurrirá a partir de la infraestructura existente. Actualmente, dado el uso previo del terreno como rancho, existe una línea de conducción interna que solo llega a la construcción del antiguo rancho, de aproximadamente 120 m desde la carretera hasta dicha construcción.

No se cuenta en el área con plantas públicas para el tratamiento de aguas residuales.

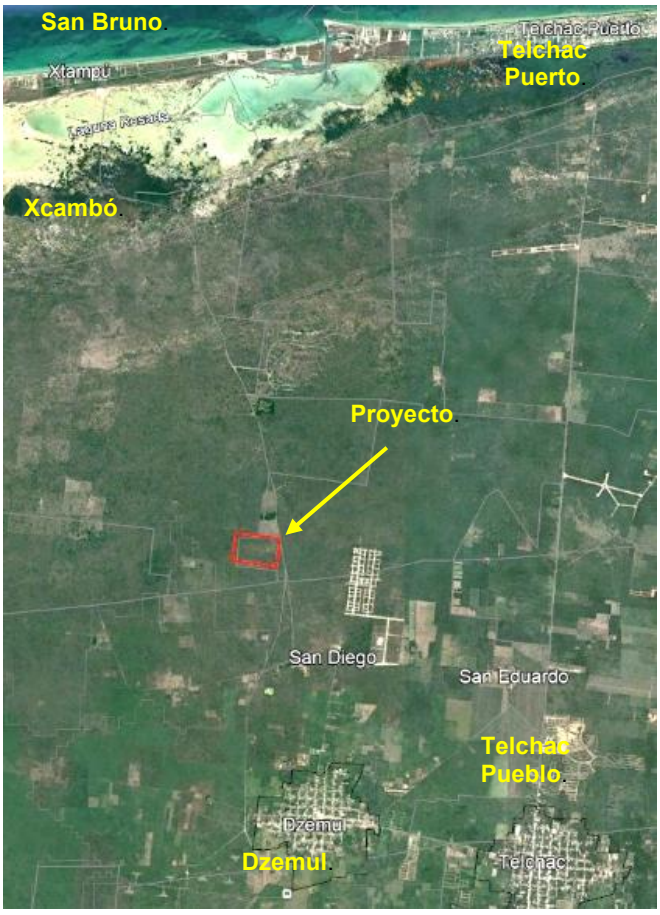

Figura IV.1. Panorama general de los usos de suelo en la zona del proyecto.

Se observan afectaciones debido al uso agropecuario, urbano habitacional y localidades rurales, así como las vialidades estatales de importancia para la zona.

Conforme al reconocimiento y análisis de la zona, tanto en físico (recorridos) como por la revisión de imágenes aéreas de diversas fuentes, se pueden resumir los impactos existentes identificados en la zona donde se ubicará el proyecto:

Tabla IV.1. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica.

Impacto	Duración	Extensión	Intensidad	Efectos
Emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria y demás automotores.	Temporal	Local	Moderado	Puntual
Levantamiento de polvos.	Temporal	Local	Moderado	Puntual
Aguas residuales sanitarias sin tratamiento eficiente.	Permanente	Zona	Significativa	Acumulativo
Extracción de agua del subsuelo.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo
Pérdida del sustrato por despalmes e impermeabilizaciones.	Temporal	Local	Moderado	Acumulativo
Modificación del microclima por perdida vegetal.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo
Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo
Generación y mal manejo de residuos peligrosos.	Permanente	Zona	Moderado	Puntual
Contaminación del suelo por fugas de aceite u otros hidrocarburos, así como lixiviados.	Temporal	Local	Moderado	Puntual
Pérdida de vegetación por desmontes.	Temporal	Local	Significativo	Acumulativo
Sustitución de vegetación nativa por cultivos o sistemas pecuarios.	Permanente	Zona	Significativo	Acumulativo
Desplazamiento de fauna por pérdida de hábitat.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo
Fragmentación del hábitat para la fauna por carreteras.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo
Atropellamientos de la fauna.	Temporal	Local	Moderado	Puntual
Impedimento del cruce de fauna por bardas.	Permanente	Local	Moderado	Puntual
Fomento de fauna nociva.	Permanente	Local	Moderado	Puntual

Impacto	Duración	Extensión	Intensidad	Efectos
Aumento en la demanda energética.	Permanente	Zona	Moderado	Acumulativo

Se complementa el presente análisis mediante el documento “Informe de Impactos Ambientales Acumulativos y Sinérgicos Significativos” que se presenta en los anexos técnicos de esta Manifestación.

IV.3. Identificación de los componentes del sistema ambiental

Se identificaron los siguientes componentes del sistema ambiental actual que serán afectados por las actividades del proyecto:

Tabla IV.2. Factores ambientales potencialmente afectados por el proyecto.

SUBSISTEMA	APARTADO	FACTOR MEDIO AMBIENTAL
FÍSICO-NATURAL	FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire
		Calidad Ambiental
		Características del Suelo
		Calidad de Agua Subterránea
		Entorno Acústico
	FACTORES BIÓTICOS / ECOLÓGICOS	Vegetación
		Fauna
		Estructura del paisaje
		Calidad Sanitaria del Ambiente
SOCIOECONÓMICO	FACTORES SOCIALES	Requerimiento de Empleos y Servicios
		Tráfico Vehicular

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos fueron:

Tabla IV.3. Actividades del Proyecto.

PREPARACIÓN DEL SITIO
Trabajos Topográficos
Desmonte
Despalme
Nivelación, Compactación

CONSTRUCCIÓN
Transporte de Material
Excavaciones
Vialidades, andadores y huella de acceso
Obra Hidráulica
Instalación Eléctrica
OPERACIÓN
Mantenimiento, sustitución de señalética
Mantenimiento de áreas verdes
Habitación

IV.4. Identificación de impactos

Para efectos de este proyecto se han identificado un total de 67 impactos potenciales, los cuales corresponden a la interrelación que existe entre las actividades del proyecto y los factores ambientales.

Estos impactos se manifiestan en cada una de las etapas del proyecto, de tal forma que actúan en diferentes momentos de manera independiente y conjunta según cada caso.

En la tabla siguiente presentan los impactos potenciales identificados, tanto por factores ambientales como por etapas del proyecto.

Tabla IV.4. Impactos potenciales identificados por factores y etapas del proyecto.

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
Preparación del Sitio	Desmonte	Emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria	Calidad del Aire
		Pérdida de vegetación por remoción de especies	Vegetación
		Desplazamiento de Fauna por Pérdida de hábitat	Fauna
		Modificación del microclima por perdida vegetal	Estructura del paisaje

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
		Aguas residuales sanitarias por colaboradores	Calidad del Agua Subterránea
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Fugas de aceite	Características del Suelo
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
		Emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria	Calidad del Aire
	Despalme	Pérdida del sustrato	Características del Suelo
		Pérdida de vegetación por remoción de especies	Vegetación
		Levantamiento de polvos	Calidad del Aire
		Calidad y estabilidad del suelo	Características del Suelo
		Pérdida de vegetación por remoción de especies	Vegetación
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
		Fugas de aceite	Características del Suelo
Preparación del Sitio	Despalme	Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Alteraciones permanentes a las características del suelo	Calidad del Agua Subterránea
		Emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria	Calidad del Aire
		Ruido generado por la maquinaria	Entorno Acústico

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
	Nivelación, compactación y relleno	Emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria	Calidad del Aire
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
		Fugas de aceite	Características del Suelo
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Aguas residuales sanitarias por colaboradores	Calidad del Agua Subterránea
		Compactación del suelo y pérdida del suelo	Características del Suelo
Construcción	Transporte de material	Emisiones a la atmósfera por el uso de camiones de transporte	Calidad del Aire
		Desplazamiento de Fauna por ruido de maquinaria	Fauna
		Fugas de aceite	Características del Suelo
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
	Transporte de material	Aguas residuales sanitarias por colaboradores	Calidad del Agua Subterránea
Construcción	Transporte de material	Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
	Excavaciones	Pérdida de la calidad del suelo	Características del Suelo
		Fugas de aceite	Características del Suelo

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
		Alteraciones permanentes a las características del suelo	Características del Suelo
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
	Vialidades, andadores y huella de acceso	Pérdida de la calidad del suelo	Características del Suelo
		Fugas de aceite	Características del Suelo
		Fugas de aceite	Calidad del Agua Subterránea
		Alteraciones permanentes a las características del suelo	Características del Suelo
		Interrupción del cruce de fauna	Fauna
		Afectación de la permeabilidad del suelo por asfalto	Características del Suelo
		Accidentes por exceso de velocidad	Fauna
	Vialidades, andadores y huella de acceso	Levantamiento de polvos	Calidad del Aire
		Aumento del flujo vehicular	Calidad Ambiental
Construcción	Obra hidráulica	Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Infiltraciones al manto freático	Calidad del Agua Subterránea

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Aguas residuales sanitarias por colaboradores	Calidad del Agua Subterránea
		Aprovechamiento de agua	Calidad del Agua Subterránea
		Modificación permanente del hábitat	Características del Suelo
	Instalación Eléctrica	Aumento de la demanda energética	Calidad Ambiental
		Accidentes con la fauna	Fauna
		Aguas residuales sanitarias por colaboradores	Calidad del Agua Subterránea
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
Operación	Mantenimiento, sustitución de señalética	Generación de residuos peligrosos por sustancias químicas	Calidad Ambiental
		Generación de Residuos de Manejo Especial	Calidad Ambiental
		Recubrimiento de baches con asfalto	Características del Suelo
Operación	Mantenimiento de áreas verdes	Residuos vegetales (RME)	Calidad Ambiental
		Introducción de Especies Nativas	Vegetación
		Impedimento del cruce de fauna por bardas	Fauna
		Invasión al área de conservación	Vegetación
		Atracción de fauna nociva	Fauna

Fase	Actividad	Impacto	Factor Ambiental
	Habitación	Atracción de fauna nociva	Fauna
		Generación de residuos sólidos urbanos	Calidad Ambiental
		Accidentes por miembros de la comunidad	Calidad Ambiental

En la identificación de los componentes, se consideró el programa de trabajo para la ejecución del Proyecto. Las actividades identificadas que conforman los componentes son consideradas de manera puntual aquellas relevantes que representan afectación al medio. De igual forma se realizaron visitas al área de estudio para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, e identificar los factores ambientales que resultan afectados.

En cuanto a la identificación de las variables se recurrió a una inspección presencial en el sitio (inspección de campo), agregando a esta la información obtenida en la descripción del medio físico y biológico que forman parte de la situación ambiental (revisión bibliográfica).

Como componentes de mayor importancia fueron considerados los fisicoquímicos y ecológicos tanto para la preparación del sitio, construcción y operación. En otras palabras, se tomaron en cuenta aquellas variables que en cada componente ambiental fueron las más relevantes para cada actividad.

La Matriz de Evaluación de Impactos se presentan en los anexos técnicos.

IV.5. Caracterización de los impactos

Caracterización de los impactos por su grado

Como resultado de la evaluación de impacto ambiental mediante la matriz de grado de impactos, se tiene que la mayor parte de éstos serían moderados o poco significativos (61.67%), comparados con los impactos significativos a producir (9.17%). Los impactos ambientales considerados nulos son (29.17%).

Se obtuvo que los componentes Físicos y Químicos serían objeto de 14.5 *upi* (unidades ponderadas de impacto) y los Ecológicos de 16.5 upi. De lo que resulta que ambos componentes del sistema serían impactados en proporciones semejantes por la implementación del proyecto.

Entre las variables físicas y químicas, las características del suelo reciben el mayor impacto con(5 upi), seguido por la calidad del agua subterránea con 3.5 *upi.*

Entre las variables ecológicas, la estructura del paisaje y la calidad sanitaria del ambiente serían afectadas cada una con 5 *upi*; mientras que la afectación de que sería objeto la fauna se valora con 4 *upi*.

Entre los componentes socioeconómicos considerados, el requerimiento de empleos y servicios por el proyecto será la variable de mayor relevancia relativa (con 5 *upi*).

Como resultado general de la valoración del grado de los impactos que produciría el proyecto, se observa que las variables ambientales serán afectadas en proporciones semejantes, sin que alguna sobresale sobre otras por su nivel de impacto.

Evaluando las etapas de la obra por separado, se detectó que la construcción será la etapa que se proyecta como más impactante (50 *upi*), mientras que la etapa de operación y mantenimiento será la menos impactante (30 *upi*). Por su parte, la preparación del sitio sería objeto de 40 *upi*.

Dentro de la etapa de construcción de la infraestructura, se encontró que las acciones de excavaciones serán las de mayor afectación en el sistema (5 *upi*).

Por otra parte, durante la etapa de preparación del sitio, será el desmonte-despalme la acción más impactante (6.5 *upi*); mientras que, en la operación del proyecto, el mantenimiento de la infraestructura conformada será la acción con mayor impacto al sistema ambiental (5 *upi*).

En resumen, se prevén como las acciones más impactantes sobre el sistema ambiental, las siguientes:

- Excavaciones (5 *upi*).
- Nivelación y compactación (7.5 *upi*).

Y las variables ambientales más impactadas, las siguientes (considerando sólo su grado de impacto):

- Características del suelo (5 *upi*).
- Estructura del paisaje (5 *upi*).
- Calidad Ambiental (5 upi)

Por otra parte, se consideran impactos positivos los provocados en el sistema por la variable de categoría socioeconómica “requerimiento de empleos y servicios”, con 3.5 *upi* positivos.

Serán objeto de impactos significativos, principalmente las variables: Características del Suelo, Entorno Acústico, Vegetación y Estructura del Paisaje.

Las acciones del proyecto que provocarían impactos significativos en algunas variables ambientales serían el desmonte y despalme, la construcción de vialidades y banquetas, así como la construcción de drenaje pluvial e instalaciones eléctricas.

IV.6. Evaluación de los impactos

La mayoría de los impactos identificados son poco significativos. Lo que significa que el grado de incidencia no es grave.

En la matriz de identificación de aspectos ambientales, se detecta que las características del suelo y la calidad de agua subterránea se repiten dado a que la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos como estopas o fugas accidentales de aceite comprometen dichos elementos, por lo que es de suma importancia atenerse a las medidas de prevención y mitigación para minimizar los impactos ambientales.

Los impactos pocos significativos juegan un papel crucial al reducir el riesgo de consecuencias negativas sobre el entorno, los recursos y la comunidad. Estas intervenciones controladas permiten que las operaciones se mantengan sostenibles y adaptativas, minimizando la carga ambiental y social. Al mismo tiempo, facilitan el cumplimiento de regulaciones y fomentan una mejor aceptación pública.

Sin ninguna medida de mitigación y prevención se pueden detectar:

Impactos poco significativos

- Generación de polvos y partículas hacia la atmósfera por entrada y salida de los vehículos y personal al predio, así como movimiento de tierras producto de excavaciones y preparación del sitio el uso de herramientas motorizadas y manuales.

- Generación de gases a la atmósfera asociado a movimiento de vehículos, maquinaria, personal y herramientas en la etapa de preparación del sitio y construcción. El consumo de electricidad en las diferentes etapas del proyecto causa emisiones a la atmósfera de manera indirecta por consumo de combustibles fósiles. Tránsito vehicular durante la operación.

- Afectación de la calidad del suelo por dispersión de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial y residuos peligrosos que se generarán en todas las etapas del proyecto o derrames de combustibles y aceites.

- Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de remoción de suelo por la excavación, nivelación del terreno para la construcción de las obras y caminos.

- Contaminación del acuífero debido a la infiltración al manto freático por aguas residuales de las viviendas, aceites, combustibles y otros residuos.

- Afectación de especies de flora nativa y enlistadas dentro de la Norma 059-SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto.

- Afectación de especies de fauna dentro de la Norma 059- SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto y nativas de la Península de Yucatán.

- Disminución del valor escénico del paisaje que cambia la calidad visual de la zona por la implementación de las obras del proyecto.

- Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).

Impactos de clasificación moderada:

- Pérdida de vegetación por remoción de especies en los trabajos de desmonte y despalme y habilitación de caminos.

- Desplazamiento de la fauna desde los sectores intervenidos por la construcción de las obras del proyecto hacia zonas aledañas.

- Modificación de las condiciones de hábitat natural de la fauna al ser ahuyentados por la presencia humana o por destrucción de nidos o madrigueras.

- Modificación del microclima de la zona por la remoción vegetal y compactación del áreas del proyecto, lo cual provoca aumento en la temperatura.

- Generación de empleos temporales y permanentes en las localidades cercanas, ya que se requerirá de mano de obra para las distintas obras y actividades del proyecto.

- Generación de una mayor demanda de servicios, lo cual incrementará que los pobladores brinden dichos servicios y/o la generación de proveedores locales.

- Alteración de actividades económicas de las localidades del área de influencia.

- **No habrá** Exposición del manto freático para la operación de la kristal lagoon.

- ***Evaluación del sistema ambiental***

    - **OBSERVACIONES TÉCNICAS**

La zona en que se pretende realizar el proyecto presenta condiciones de uso urbano y agropecuario predominantes, en una matriz de vegetación secundaria.

El diseño del proyecto contempla características que permitirán la recuperación vegetal de parte del predio, así como su conservación en áreas específicas, buscando mantener la conectividad y el libre flujo de la fauna silvestre.

Es necesario que todas las actividades e infraestructura que tengan lugar dentro del terreno cumplan con los requisitos establecidos que impidan daños significativos al sistema ambiental local, lo cual se vería reflejado en la buena calidad sanitaria y las condiciones del ecosistema regional.

La zona en la cual se pretende implementar el proyecto no está inmersa en algún área natural protegida y las áreas prioritarias de conservación no se verán afectadas por la implementación del presente proyecto.

Por último, es importante hacer referencia a que las actividades del presente proyecto se sujetarán a medidas de prevención, mitigación y compensación haciendo hincapié en aquellos elementos ambientales sobre los cuales los impactos serán negativos y de

significancia mayor, valorando las condiciones actuales del terreno y del área de influencia directa.

Dichas medidas que se tomarán en cuenta para lo mencionado anteriormente se encuentran en el presente documento y se describen posteriormente.

IV.7. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

Calidad del Aire

En la actualidad ocurre la emisión de gases y partículas debido al tránsito vehicular en la vialidad de la zona, conformada por la Carretera Dzemul-Xtampú, de tal forma que los impactos sobre esta variable ambiental están dados por el tráfico de automotores generado por las actividades del proyecto, mismo que se acumula al tráfico actual de la zona. Consecuentemente existe un incremento puntual y temporal en dichas emisiones debido a la operación de vehículos, maquinaria y remoción de polvo durante la operación de maquinaria pesada sobre suelo natural o no compactado. Se prevé que ocurra una fácil dispersión de las emisiones ya que no existen barreras físicas tipo elevaciones o accidentes de relieve que lo impidan. Considerando el volumen vehicular generador de gases debido al proyecto, se provoca un impacto bajo.

El transporte de materiales pétreos y su disposición a granel en el sitio del proyecto, contribuye a la generación de polvos en el ambiente urbanizado local colindante si no se observa un adecuado manejo de los mismos, considerando el viento de la zona.

Se emiten hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, entre otros, por parte de los automotores en funcionamiento; así como la dispersión del polvo removido por las acciones de despalme, excavaciones o perforaciones mediante maquinaria pesada.

También, durante la construcción, el trasvase o movimiento de materiales finos de construcción, por acción del viento, son dispersados fuera del área del proyecto. Las excavaciones y cimentaciones serían fuentes de polvos o finos del sustrato que se dispersan localmente.

Se prevé que estas emisiones sean de dispersión rápida y corto alcance, considerando las dimensiones de las fuentes y que en las colindancias del área de afectación.

Calidad del Agua Subterránea

Es probable que por las excavaciones se conformen conductos hacia el subsuelo-manto freático y que permitan la contaminación del mismo por residuos, o derrames/fugas de hidrocarburos o de cualquier otra sustancia peligrosa contaminante. En el mismo sentido, la operación de maquinaria en el sitio puede generar infiltraciones al suelo y luego al subsuelo en caso de lixiviados, fugas o derrames.

Por otro lado, durante la preparación y construcción se utilizarán letrinas portátiles y mantenimiento a maquinaria para evitar fugas, lixiviados o contaminación con residuos sanitarios.

La exposición del manto freático puede provocar contaminación directa al agua subterránea como la acumulación de sedimentos, el uso de productos químicos para su mantenimiento o la presencia de residuos. Para mitigar estos impactos negativos, es fundamental realizar estudios hidrogeológicos previos (en los anexos técnicos se presenta el estudio geohidrológico), diseñar el lago de manera adecuada, implementar sistemas de monitoreo y tratamiento de aguas residuales, y promover la restauración de la vegetación circundante. Además, la participación activa de la comunidad local es esencial para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Características del Suelo

Las acciones del proyecto inciden directamente y en primer término sobre este componente ambiental, dado que el desmonte, el desmalezamiento o nivelación-compactación, así como la excavación provocarán la pérdida de cubierta de suelo natural en las áreas de infraestructura según diseño del proyecto.

Las características microambientales del sustrato local cambian al eliminarse los sistemas radiculares debido a las acciones de eliminación de herbáceas y remoción de sustrato. Las excavaciones, cimentaciones e impermeabilizaciones, crean características distintas del suelo natural debido a las propiedades del concreto hidráulico o al pavimento. La nivelación-compactación modifica los drenes naturales del terreno.

Asimismo, es latente el riesgo de derrame de hidrocarburos provenientes de la maquinaria de construcción que opere en las etapas iniciales del proyecto.

Toda la infraestructura civil a implementar redunda en la ocupación de áreas de suelo y vegetación natural, así como la modificación de la estructura del sustrato en las áreas de afectación.

Considerando que el proyecto prevé áreas verdes, se contará con superficie permeable natural. De hecho, los lotes que resultarán se mantendrán con su cobertura vegetal y de suelo natural permeable hasta que cada adquirente o propietario lo desarrolle (acciones que son parte de este proyecto de lotificación y urbanización).

Existe el riesgo de la dispersión de los desechos sólidos urbanos o de manejo especial en caso de no existir medios y procedimientos para su adecuado control.

Desde el punto de acopio temporal de residuos que se habilite podrían ocurrir vertimientos, infiltraciones, lixiviados o dispersiones hacia áreas con suelo natural o hacia las colindancias, por lo que los sistemas de contención de residuos líquidos o sólidos, así como los sistemas de protección deberán ser adecuados y sujetos a supervisión periódica.

Entorno Acústico

En la mayor parte de las etapas del proyecto se genera contaminación por ruido, aunque de manera poco significativa y temporal. El funcionamiento de vehículos, maquinaria y

equipos en el área del proyecto durante la etapa de preparación y construcción incrementa de manera temporal los niveles de ruido existentes de manera local.

La contaminación acústica en el sitio presentará un incremento debido a la obra (excavaciones), ya que la implementación de la misma involucra la utilización de la maquinaria pesada y otros vehículos relacionados con la construcción. Aunque dichas actividades no representan un problema significativo desde una panorámica de la zona ya que el efecto del ruido es reversible en cuanto éste cesa, minimizando la sinergia que pudiera existir con otros generadores de contaminación acústica presentes en la zona.

De hecho, la carretera de acceso al sitio, que colinda directamente con el terreno, es una vialidad de mucha importancia en la zona, siendo paso de transporte privado y público diverso (incluso pesado), así como de toda la carga vehicular que conduce a la zona de la costa yucateca.

De esto se desprende que el nivel sonoro existente en la actualidad es de moderado a bajo en algunas partes del día, no siendo el proyecto el causante primario de esta situación.

Vegetación

El desmonte y el despalme, así como la compactación-impermeabilización posterior del sustrato, eliminará la vegetación en las áreas de desplante de infraestructura permanente del proyecto y evitará la recolonización natural de la superficie. El desmonte en las áreas de implementación de infraestructura (desplante de obras) provocará el cambio del uso del suelo que a su vez modificará el microclima.

Posteriormente, las acciones de obra civil que impliquen la ocupación y sustitución del suelo natural afectan esta variable ambiental debido a que impedirán la recolonización de tales áreas por la comunidad vegetal y que se inicien las etapas serales.

Las acciones de mantenimiento que tendrán lugar para que la infraestructura permanezca en condiciones óptimas, provocarán la permanencia de las mismas en el área, de modo que se impide la reconformación de cobertura vegetal, lo cual continúa el impacto generado por el desmonte y despalme en las áreas de desplante.

Se mantendrán áreas verdes con vegetación natural en el polígono y se plantea el rescate de individuos vegetales de tallas adecuadas en las superficies de afectación para su reintegración en el polígono.

Las áreas verdes contarán con vegetación natural y sustrato permeable, recibirán acciones de reforestación o de enriquecimiento vegetal con especies nativas y del ecosistema de la región.

Es importante mencionar que:

el predio fue un rancho ganadero, por lo cual presenta áreas con estructuras propias del rancho y áreas con graneas donde pastoreaba el ganado.

Fauna

La fauna terrestre es afectada por la pérdida parcial de vegetación y la modificación del sustrato pues el hábitat será modificado en las áreas de implementación de infraestructura del proyecto, incluyendo por tanto afectaciones a posibles madrigueras o sitios de alimentación que esta cobertura pueda generar. Sin embargo, esta pérdida de cobertura vegetal será poco significativa en el contexto de todo el polígono. La fauna presente en el sitio, de afinidad suburbana-semisilvestre, se espera se disperse a lugares aledaños con vegetación.

Los trabajos de remoción de sustrato, excavación, nivelación y compactación, así como todos los que impliquen traslado y funcionamiento de maquinaria y automotores, pueden provocar lesiones a la fauna que se encuentre en el sitio de trabajo durante la actividad de dicha maquinaria, particularmente a los individuos de hábitos fosoriales, reptantes y de desplazamiento lento que se encuentren en el sitio.

Las afectaciones a la fauna por la modificación del hábitat, que particularmente se traducen en el desplazamiento de los individuos que puedan estar presentes en el sitio de desplante del proyecto, se consideran acumulativos dada la movilidad de estos organismos y su relación de uso de las colindancias dado su ámbito hogareño, particularmente en el caso de las aves.

Por otro lado, la generación de residuos sólidos y restos de alimentación puede propiciar la proliferación de especies de fauna nociva (ratones, cucarachas, etc.).

Incluso la presencia de la fauna suburbana en el sitio (aves y reptiles) puede atraer gatos o perros ferales, por lo que se deberá contar con medidas de prevención de proliferación de los mismos.

No se prevé conformar bardas perimetrales al predio, de modo que no existirá una barrera importante para la dispersión libre de la fauna hacia y desde el polígono; sin embargo, se prevé que a futuro, la delimitación física de los lotes esté conformada por celosías o equivalentes, que permitirán el paso de fauna presente (reptiles y aves).

Las bardas con perimetrales de las casas habitación, y las vialidades pueden interrumpir el cruce de fauna, dificultando la dispersión y ocasionando posibles accidentes y encuentros antropogénicos.

Estructura del Paisaje

Se cambiará de estructura paisajística de manera permanente y significativa con el desmonte, despalme, infraestructura vial, banquetas y áreas comunes, lo cual traerá como consecuencia final la afluencia de personas a este punto y el fomento de la vocación urbana, de vivienda y servicios de la misma.

Con las excavaciones e impermeabilización, la estructura del paisaje se afectará de manera permanente en el polígono del proyecto en las áreas específicas de obras. No obstante, dado el uso ampliamente presente en la zona, este proyecto será congruente y reforzará la tendencia a la urbanización y uso habitacional de la misma.

Los impactos que se generarán sobre esta variable ambiental estarán dados debido a la modificación drástica que sufrirán algunos elementos del sistema. Estos cambios son inevitables por la implementación del proyecto y consistirán básicamente en la sustitución y ocupación de espacios naturales para la implementación de infraestructura extraña al ambiente natural, tales como áreas impermeabilizadas (calles y banquetas). Así como la excavación para el lago, lo cual es una modificación permanente exponiendo el manto freático.

La operación de dicha infraestructura y su mantenimiento, así como el uso posterior de las áreas, reafirmarán estos elementos de cambio en la zona. La infraestructura del presente proyecto contribuirá y reforzará la dinámica de desarrollo e infraestructura de vivienda, servicios públicos y privados del área.

El efecto sobre el componente paisajístico se considera acumulativo, debido a la influencia que tendrá el proyecto sobre la region y la tendencia de uso de suelo actual. La mancha urbana de Dzemul se encuentra en crecimiento tanto en el centro como al norte del centro de municipio y su colindante Motul y Telchac Pueblo.

Cabe mencionar que, entre las obras consideradas en este proyecto, se realizarán actividades de revegetación de las áreas verdes. El área de lotes no se afectará y por tanto mantendrá su vegetación como parte del presente proyecto.

Calidad Ambiental

Se afecta de forma temporal la calidad sanitaria del ambiente al preparar el sitio por el retiro de la cobertura vegetal y el sustrato natural en las áreas de desplante de obras, así como su sustitución con infraestructura vial y recreativa (con elementos de las áreas comunes tales como la casa club a desarrollar a futuro).

La posible infiltración de aguas residuales sanitarias al acuífero podría afectar el agua subterránea. Por lo que se prevé la utilización de letrinas portátiles para las aguas sanitarias.

La generación de residuos será más diversa durante la etapa constructiva, ya que serán generados residuos inorgánicos y probablemente peligrosos. El impacto no será relevante debido a que se prevé un manejo adecuado de dichos residuos.

De modo general, durante todo el desarrollo del proyecto, ocurren impactos sobre los componentes ambientales debido a la generación de contaminantes y emisiones que normalmente no existían en el área específica de la obra, o bien, la generación se daba en proporciones bajas.

La generación de residuos sólidos y su manejo y recolección inadecuados pueden generar malos olores, contaminación de áreas naturales y suelo, así como proliferación de fauna nociva, reduciendo la calidad ambiental del sitio. Así mismo, deficiencias en el mantenimiento e higiene podría ocasionar deficiencias en la calidad sanitaria del ambiente.

Al incorporarse en el sistema ambiental diferentes elementos de riesgo de contaminación y contingencias (tales como incendios y descargas de residuales), como consecuencia de la existencia y operación de infraestructura y equipamiento previsto por este proyecto, la calidad sanitaria del paisaje se deteriorará respecto a su condición previa (o actual).

Requerimiento de Empleos y Servicios

Esta variable tendrá impactos positivos pero moderados y temporales, ya que durante la preparación del sitio y construcción se requerirá de personal y servicios para ciertas actividades, desde generales hasta especializadas. Los empleos que se ofertarán debido al mantenimiento de la infraestructura serán periódicos, aunque la cantidad del personal no será significativa.

A futuro, la adquisición de bienes y servicios por parte de los condóminos y para la operación de las áreas comunes, será un impacto positivo para las comunidades locales, a partir de las cuales podrán obtenerse los mismos.

Tráfico Vehicular

Los impactos sobre este componente estarán dados por la circulación adicional de automotores pesados y ligeros, así como la maquinaria de construcción durante las etapas temporales de la obra. Todo esto implicará el uso adicional de la infraestructura vial de la zona, particularmente en la etapa de construcción, de maquinaria y equipos varios.

Durante la operación de la infraestructura, la afluencia de vehículos automotores será menor pero periódica en las instalaciones.

El tráfico vehicular que resulte como impacto para la vialidad de la zona debido a la carga adicional por tránsito de materiales e insumos para el proyecto, será temporal puesto que ocurrirá particularmente durante la etapa de construcción.

IV.7.1. Análisis profundo de impactos

Un análisis más profundo de los impactos fuera de la cualificación y cuantificación previas, se realiza a continuación:

IV.7.1.1. Análisis 1

La urbanización de 41.15 hectáreas en Dzemul, Yucatán, genera alteraciones críticas en el manto freático y la flora local.

Aunque las ecotecnias mitigan impactos directos, de forma acumulativa y sinérgica causan fragmentación de hábitats, sobreextracción hídrica y alteración del microclima en la región.

Efectos acumulativos

1.-Los efectos de los impactos Ambientales acumulativos se suman en el tiempo y el espacio con otros desarrollos inmobiliarios y actividades de la región.

La Sobreexplotación del acuífero: La suma de las extracciones de agua subterránea para riego y consumo reducirá el nivel del manto freático, lo que facilita la intrusión salina en la costa.

Acumulación de ruido y polvo: La maquinaria pesada, sumada a la de otros proyectos en la zona, degrada permanentemente la calidad del aire y del entorno sonoro durante las fases de construcción.

Erosión agravada: Al compactar el suelo, hace que se reduce la filtración natural. Esto acumula escurrimientos pluviales que aumentan la erosión de suelos vecinos.

Impactos Sinérgicos

2. Impactos Ambientales Sinérgicos. Estos impactos ocurren cuando la interacción de diversas acciones genera un efecto mayor que la suma de cada una por separado:

Efecto barrera y fragmentación: A pesar del uso de pasos de fauna, la combinación de caminos, bardas perimetrales y edificaciones aísla por completo poblaciones de flora y fauna nativa, interrumpiendo los corredores biológicos y reduciendo la diversidad genética.

Contaminación subterránea cruzada: El uso de fertilizantes en áreas verdes del desarrollo, sumado a posibles deficiencias en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), puede provocar una sinergia química al mezclarse con los nutrientes y pesticidas de otros desarrollos inmobiliarios. Esto acelera el proceso de eutrofización en el acuífero yucateco.

Isla de calor localizada: El cambio de uso de suelo (selva por concreto en algunas áreas) disminuye drásticamente la evapotranspiración vegetal. Esto genera un microclima más cálido que, combinado con el calor expulsado por el aire acondicionado y las vialidades, altera el régimen de lluvias local.

Atenuantes frente a los impactos.

Las medidas como los paneles solares, el aprovechamiento pluvial, la PTAR y el 30% de área de conservación son estrategias de mitigación valiosas. Ayudan a reducir la huella de carbono y frenar la extracción hídrica frente a desarrollos tradicionales. Sin embargo, su efectividad para frenar impactos acumulativos y sinérgicos, exige una evaluación exhaustiva y un mantenimiento riguroso.

IV.7.1.2. Analisis 2

La adición de lotes para viviendas y 7 macrolotes para desarrollo a futuro en un entorno de selva baja caducifolia en Dzemul intensifica significativamente la presión ecológica. Este

ecosistema, caracterizado por su estacionalidad marcada y suelos kársticos delgados, magnifica los efectos de la fragmentación y la vulnerabilidad del acuífero.

1. Dinámica Específica en la Selva Baja Caducifolia (Pérdida de biomasa estacional): La selva baja regula el microclima local perdiendo sus hojas en temporada de secas. Al eliminar 4.76 ha (equivale al 11.58%) es en la que se perdería la vegetación actualmente presente y el suelo natural permeable asociado, se destruye un sumidero de carbono clave y se expone el suelo a una erosión severa antes de las lluvias.

2. Suelos kársticos altamente permeables: Al retirar la delgada capa de suelo orgánico para cimentar las áreas comunes, piscina y demás infraestructura, el suelo pierde su capacidad de retención y filtración natural, acelerando el paso de contaminantes hacia el agua subterránea.

3. Presión sobre fauna endémica: Especies con baja movilidad (reptiles, pequeños mamíferos, anfibios) dependen de la continuidad de esta selva. La lotificación representa una amenaza latente que fragmentará aún más el espacio restante.

4. Impactos Acumulativos Potenciados (290 lotes individuales + 7 Macrolotes) representa una demanda hídrica crítica en cascada: El consumo simultáneo provocará un cono de depresión en el acuífero local. El desarrollo futuro de los 7 macrolotes multiplicará exponencialmente esta extracción en una zona ya vulnerable a la cuña salina.

5. Carga de nutrientes en el subsuelo: Aunque si bien se contará con una planta de tratamiento (PTAR), la suma de las descargas tratadas, más los lixiviados de los residuos sólidos mal manejados, saturaría la capacidad de depuración del subsuelo kárstico a largo plazo.

6. Generación masiva y dispersión de residuos: Un promedio de 240 familias genera más de 200 toneladas de basura al año. La acumulación de estos desechos, junto con los que generen los futuros macrolotes, incrementará la fauna nociva y vectores de enfermedades en la selva colindante.

7. Impactos Sinérgicos Críticos (Trampa ecológica por iluminación y ruido): Los paneles solares en áreas comunes alimentarán luminarias públicas. La combinación de contaminación lumínica nocturna, el ruido de los futuros hogares y el tráfico vehicular anulará la efectividad de los pasos de fauna. Los animales evitarán cruzar o quedarán expuestos a atropellamientos en las vialidades.

8. Efecto de borde y degradación del 30.51% de conservación: El área protegida (12.5 ha) quedará rodeada por zonas habitacionales y por la futura construcción de los 7 macrolotes. La cercanía al concreto, el viento y las mascotas domésticas (perros y gatos) alterarán el microclima interno de la reserva, degradando la flora y fauna que se pretende conservar.

9. Impermeabilización vs. Inundaciones: El aprovechamiento de agua pluvial mitiga el consumo, pero la compactación de calles para el flujo de residentes bloqueará la recarga natural. La sinergia entre tormentas tropicales recurrentes en Yucatán y el suelo impermeabilizado provocará inundaciones localizadas que afectarán tanto al desarrollo como a las selvas vecinas.

La adición de lotes para vivienda y 7 macrolotes a desarrollar futuro, en un entorno de selva baja caducifolia en Dzemul intensifica significativamente la presión ecológica. Este ecosistema, caracterizado por su estacionalidad marcada y suelos kársticos delgados, magnifica los efectos de la fragmentación y la vulnerabilidad del acuífero.

- La Dinámica Específica en la Selva Baja Caducifolia y Pérdida de biomasa estacional: La selva baja regula el microclima local perdiendo sus hojas en temporada de secas. Al eliminar parte de la cobertura vegetal, se destruye un sumidero de carbono clave y se expone el suelo a una erosión severa antes de las lluvias.

- Suelos kársticos altamente permeables: Al retirar la delgada capa de suelo orgánico para cimentar calles y áreas de amenidades, el suelo pierde su capacidad de retención y filtración natural, acelerando el paso de contaminantes hacia el agua subterránea.

- Presión sobre fauna endémica: Especies con baja movilidad (reptiles, pequeños mamíferos, anfibios) dependen de la continuidad de esta selva.

Impactos Acumulativos Potenciados

Demanda hídrica crítica en cascada: El consumo simultáneo de aproximadamente 240 familias provocará un cono de depresión en el acuífero local. El desarrollo futuro de los 7 macrolotes multiplicará exponencialmente esta extracción en una zona ya vulnerable a la cuña salina.

Carga de nutrientes en el subsuelo: la suma de las descargas tratadas de alrededor de 240 hogares, más los lixiviados de los residuos sólidos posiblemente mal manejados, saturará la capacidad de depuración del subsuelo kárstico a largo plazo.

Generación masiva y dispersión de residuos: Un promedio de 240 familias genera más de 200 toneladas de basura al año. La acumulación de estos desechos, junto con los que generen los futuros macrolotes, incrementará la fauna nociva y vectores de enfermedades en la selva colindante.

Riesgo de "Saturación Hídrica Anómala": La selva baja caducifolia está evolutivamente adaptada a una sequía estacional marcada (pierde sus hojas para conservar agua). Si se riega el área de conservación de forma artificial durante la época de secas con el agua de la PTAR, se romperá este ciclo natural. La sinergia de humedad constante puede propiciar la muerte de especies arbóreas nativas y favorecer la invasión de plantas exóticas o plagas que prefieren ambientes húmedos.

Vulnerabilidad por Manejo Externo: La continuidad del ecosistema ahora depende de las decisiones de los vecinos. Si los predios contiguos deciden deforestar o cambiar su uso de suelo en el futuro, el bloque de conservación sufrirá un impacto sinérgico inverso, recibiendo de golpe todo el "efecto de borde" (ruido, luz, viento) que antes amortiguaban las áreas verdes vecinas.

Impactos Acumulativos a Largo Plazo

Balance Hidrológico del Acuífero Local: Al usar solo el 50% del agua tratada para riego, queda un volumen remanente que deberá ser dispuesto (posiblemente infiltrado). El impacto acumulativo de la extracción del 100% del agua para el consumo de las 240 viviendas, frente al retorno de solo una fracción al acuífero, generará un déficit hídrico local a largo plazo, acelerando la intrusión salina desde la costa de Dzemul.

Acumulación de Micropolluantes en el Suelo: Aunque el tratamiento terciario es excelente eliminando materia orgánica y nutrientes, no siempre retiene al 100% los llamados "contaminantes emergentes" (residuos de medicamentos, productos de cuidado personal o detergentes de los hogares). El riego continuo sobre los jardines y el área de conservación acumulará estas sustancias en las capas delgadas del suelo kárstico, filtrándose eventualmente hacia el agua subterránea profunda.

Factor Ambiental y Medida de Control Recomendada

Acuífero Kárstico

Neutralización del déficit hídrico por la inyección profunda y el tratamiento terciario. Monitoreo trimestral de nitratos, fósforo y coliformes en el pozo de inyección considerado para la PTAR.

Selva Baja Caducifolia

Preservación del ciclo estacional al destinar el riego del 50% de agua tratada solo a jardines comunes, no a la reserva. Diseñar el sistema de riego con aspersores dirigidos exclusivamente a áreas ornamentales.

Fauna Silvestre

Concentración segura en el bloque continuo que conecta al exterior, evitando el área de los macrolotes.

Instalar barreras sónicas y lumínicas (vegetación densa) entre los lotes y la reserva.

IV.8. CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS AMBIENTAL

El proyecto presenta un diseño ecológico robusto. El uso de tratamiento terciario, la inyección al freático de los excedentes y el bloque único de conservación conectado regionalmente contrarrestan con éxito la mayoría de los impactos negativos típicos de la urbanización en Yucatán. La viabilidad a largo plazo dependerá estrictamente del mantenimiento operativo de la planta de tratamiento y de candados legales que aseguren que los 7 macrolotes futuros respeten la misma línea de infraestructura sustentable.

Para asegurar que el proyecto ambientalmente esté plenamente sustentado y cumpla con los criterios técnicos requeridos para la zona de Dzemúl, deberá cumplir con los procesos constructivos que se detallan en el capítulo 2 referente a las especificaciones técnicas para

los pozos de inyección y los criterios de diseño para los pasos de fauna así como los procesos constructivos y de prevención de riesgos por inundaciones y la tecnología menos invasiba y más sustentable de la piscina principal.

Dictamen Técnico de Viabilidad

Atenuantes frente a los impactos.

Las medidas como los paneles solares, el aprovechamiento pluvial, la PTAR y el 30% de área de conservación son estrategias de mitigación valiosas. Ayudan a reducir la huella de carbono y frenar la extracción hídrica frente a desarrollos tradicionales. Sin embargo, su efectividad para frenar impactos acumulativos y sinérgicos exige una evaluación exhaustiva y un mantenimiento riguroso.

Que el área de conservación se mantenga en un solo bloque continuo y la planta de tratamiento (PTAR) cuente con sistema terciario transforma radicalmente el escenario ambiental. Estas decisiones mitigan con fuerza los peores efectos de la urbanización, aunque modifican las interacciones ecológicas que se deben monitorear y vigilar.

La colindancia con áreas verdes externas y el uso del 50% del agua tratada para riego consolidan al proyecto como un desarrollo con alta viabilidad ambiental. Sin embargo, estas condiciones reconfiguran los impactos sinérgicos y acumulativos en la selva baja de Dzemul, los cuales deben gestionarse con precisión.

Reconfiguración de los Impactos Sinérgicos:

Consolidación de un Corredor Biológico Regional: Al colindar con áreas verdes de predios contiguos, las hectáreas de conservación dejan de ser una "isla ecológica". Esto genera una sinergia positiva: el bloque funciona como un conector de flujos de fauna a escala regional, potenciando enormemente la efectividad de tus pasos de fauna, ya que los animales tendrán un hábitat seguro hacia dónde dirigirse

Ventajas Clave de las Decisiones de Diseño

Mitigación del efecto de borde: Un solo bloque minimiza el perímetro expuesto al desarrollo residencial. Esto protege el núcleo de la selva baja de la luz, el ruido y las especies domésticas, asegurando un refugio real para la fauna.

Protección estricta del acuífero kárstico: El tratamiento terciario elimina nutrientes residuales (fósforo y nitrógeno) y patógenos. Esto evita la eutrofización del agua subterránea y reduce drásticamente el impacto sinérgico de contaminación cruzada con otros proyectos de Dzemul.

Con base en el análisis sistémico de los impactos ambientales sinérgicos y acumulativos identificados para el desarrollo inmobiliario en el municipio de Dzemul, Yucatán, se dictamina que el proyecto es AMBIENTALMENTE VIABLE. La viabilidad del sitio no se fundamenta en la ausencia de alteraciones —consecuencia inevitable de cualquier cambio

de uso de suelo—, sino en la capacidad de absorción, resiliencia y compensación del modelo ecológico propuesto. Las ecotecnias y los criterios de diseño urbano implementados actúan como un sistema de amortiguamiento que rompe las sinergias negativas típicas de los desarrollos inmobiliarios convencionales en la región kárstica del estado de Yucatán.

Sustento de la Viabilidad por Componente Ambiental

Componente Hidrológico (Acuífero Kárstico) El riesgo crítico de la zona colindante al centro poblacional de Dzemul es la vulnerabilidad del acuífero y la intrusión salina. El proyecto neutraliza este impacto acumulativo mediante dos acciones complementarias:

a) Garantía de Calidad: La implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con sistema terciario asegura la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y patógenos, cumpliendo holgadamente con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Esto anula el riesgo de eutrofización subterránea.

b) Balance Hidráulico: El retorno del 50% del agua tratada mediante un pozo de inyección profunda (por debajo de la haloclina, conforme a la NOM-014-CONAGUA-2007) funciona como una barrera hidráulica artificial. Esta recarga mitiga el cono de depresión generado por la extracción para el consumo de las posibles 240 viviendas en los lotes, estabilizando la lente de agua dulce.

c) Componente Biótico (Flora y Fauna de la Selva Baja Caducifolia): La fragmentación del hábitat se resuelve mediante un diseño de paisaje con visión ecosistémica es decir con una Continuidad Estructural. La decisión de concentrar el 30% del predio en un solo bloque de conservación de 12.4 hectáreas reduce el efecto de borde y protege el núcleo de la selva baja de la presión antrópica. También sugiere una Conectividad Regional; al colindar directamente con áreas verdes de predios contiguos, el proyecto se inserta de forma orgánica en la red ecológica local, funcionando como un corredor biológico activo y no como una isla aislada. Así también la integración de un porcentaje significativo de áreas ajardinadas donde su manejo sustentable y la solicitud de uso de especies endémicas, fomenta el uso de múltiples nichos para aves.

d) Flujo de Fauna: La efectividad de los pasos de fauna tipo cajón en la zona de transición residencial, complementada con mallas de guía perimetrales y la ausencia de iluminación pública directa en sus accesos, garantiza el libre tránsito de especies nativas (reptiles y mamíferos medianos), evitando el aislamiento genético.

Componente de Gobernanza y Continuidad Futura

La viabilidad a largo plazo queda blindada mediante los dos instrumentos de control incluidos en esta manifestación:

El Reglamento Interno de Convivencia Ambiental bajo régimen de condominio transfiere formalmente la responsabilidad de la conservación a los habitantes o dueños de los lotes, regulando de por vida factores críticos como la fauna doméstica (gatos en interiores), la contaminación lumínica (luminarias Full Cut-Off) y el paisajismo (prohibición de especies invasoras).

La Matriz de Impactos Ambientales en la operación y de los impactos futuros de los 7 Macrolotes, asegura que el crecimiento futuro en el extremo opuesto del área de conservación del predio mantenga obligatoriamente la misma línea de infraestructura verde y conexión hídrica, impidiendo la degradación diferida del sitio.

IV.8.1. Conclusión Final

Por lo anterior, se concluye que los impactos ambientales del proyecto han sido identificados, cuantificados y mitigados en su totalidad. El desarrollo demuestra que es posible conciliar la demanda de un patrimonio inmobiliario y el derecho a una propiedad para las generaciones actuales y futuras, con la preservación del patrimonio natural de Yucatán, cumpliendo rigurosamente con los objetivos del ordenamiento ecológico territorial y la legislación ambiental federal vigente. El balance costo-beneficio ambiental resulta netamente favorable para la región de Dzemul.

IV.8.2. Conclusión de Viabilidad

Los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos del proyecto han sido prevenidos y controlados mediante el diseño de ingeniería y el Reglamento Interno de Convivencia Ambiental (previsto como una medida de prevención y obligatoriedad y ubicado anexo en el capítulo 6).

El proyecto demuestra compatibilidad estricta con el ordenamiento ecológico local, los criterios de sustentabilidad de la SEMARNAT y la Factibilidad Urbano Ambiental evaluada como Positiva.

Aún considerando los análisis aquí presentados, en el siguiente capitulo se presentan medidas específicas de prevención, mitigación y como un nuevo paso a consolidar en el presente proyecto evaluado, las acciones Regenerativas.

IV.9. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.9.1. Descripción de la medida o programa de medidas por componente ambiental y etapa

La sostenibilidad nació como un intento de equilibrar crecimiento económico y conservación ambiental. El problema es que, en muchos casos, el enfoque se quedó en minimizar impactos negativos: contaminar menos, emitir menos, consumir menos recursos o compensar daños. Y por eso necesitamos pasar de la sostenibilidad a la regeneración. Porque la regeneración propone algo distinto: devolver más de lo que se extrae. Porque no se trata únicamente de reducir la huella, sino de mejorar activamente los ecosistemas, las comunidades y las economías locales. Dejar de hablar de desarrollo rural para hacerlo real mediante iniciativas concretas que dinamicen economías al tiempo que regeneran tierras y ecosistemas.

Este enfoque ya está creciendo en la gestión territorial o la arquitectura, y empieza a trasladarse también a esa lógica de la restauración y la creación de valor colectivo.

En el siguiente cuadro se describen las medidas de prevención y mitigación propuestas para lograr la minimización y compensación de los impactos identificados en el capítulo anterior en cada una de las etapas que componen el proyecto. Y más adelante se presentan acciones concretas para la reducción de la contaminación y la regeneración.

En la inspección y auditoría ambiental se va más allá del simple cumplimiento, es decir, se evalúa la mejora continua, la circularidad y las cadenas de valor. Las medidas de compensación no deberán ser limitativas si no procurar la regeneración que mencionamos párrafos arriba.

Como presentación inicial tenemos en la siguiente tabla los aspectos básicos de control de la contaminación y posteriormente presentaremos las acciones de reducción de emisiones a través de cálculos y equipos y los programas de circularidad y regeneración que sustenten la viabilidad del presente proyecto inmobiliario y deportivo.

Tabla IV.5. Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración de impactos ambientales, propuestas para el proyecto, así como el método de verificación que se seguirá. Donde: P = Preparación del sitio; C = Construcción; O = Operación.

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
Aire		
Generación de polvos y partículas hacia la atmósfera por entrada y salida de los vehículos y personal al predio, así como movimiento de tierras producto de excavaciones y preparación del sitio el uso de herramientas motorizadas y manuales.	P, C	Se humedecerán los caminos durante las etapas de preparación de sitio para minimizar la generación de polvos a la atmósfera. *Tipo: M1.*
	P, C	Se deberán humedecer periódicamente las pilas de grava y arena almacenada que, en su caso, se conformen en el interior del polígono y que no se conformen en vialidades en la misma jornada laboral. En los camiones de transporte de materiales pétreos se deberán utilizar lonas para disminuir la dispersión del polvo o bien humedecer el material transportado previo a su salida del origen, de modo que se evite o reduzca la dispersión de partículas de polvo en la atmósfera cuando se circule por la vía pública. *Tipo: P1.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
Generación de gases a la atmósfera asociado a movimiento de vehículos, maquinaria, personal y herramientas en la etapa de preparación del sitio y construcción. El consumo de electricidad en las diferentes etapas del proyecto causa emisiones a la atmósfera de manera indirecta por consumo de combustibles fósiles. Tránsito vehicular durante la operación.	P, C	La maquinaria y vehículos serán objeto de mantenimiento periódico de afinación mayor, que incluya reemplazo de piezas o partes defectuosas, cambio de aceite y filtros y engrasado de partes mecánicas. Para minimizar emisiones de partículas, ruido, humos y/o gases a la atmósfera. *Tipo: P2.*
	P, C, O	Se utilizarán fuentes de energía verde para reducir los gases de efecto invernadero generados por la quema de combustibles fósiles. *Tipo: M2.*
Generación de gases a la atmósfera asociado a la quema de residuos sólidos urbanos	P, C, O	No realizar la quema de ningún tipo de residuo dentro o fuera del área del proyecto. *Tipo: P3.*
Características del Suelo		
Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de remoción de suelo por la excavación, nivelación del terreno para la construcción de las obras y caminos.	P, C, O	Se mantendrá superficie con vegetación nativa y suelo natural. (Área de conservación) *Tipo: M3.*
	P, C, O	Todas las áreas del predio que no se encuentren sujetas a infraestructura, procesos o actividades autorizadas deberán permanecer con suelo natural y cobertura vegetal nativa. *Tipo: P4.*
Contaminación al suelo debido a fugas o por , aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	Se deberán tomar acciones preventivas para que la maquinaria no presente fugas de hidrocarburos en el sitio del proyecto. *Tipo: P5.*
Contaminación al suelo debido a fugas o por , aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	En caso de existir fugas de hidrocarburos, se contendrá el derrame y se recogerá en conjunto con los suelos impregnados y se dispondrán como residuo peligroso. *Tipo: M4.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
Afectación de la calidad del suelo por dispersión de residuos sólidos urbanos, fisiológicos, de manejo especial y residuos peligrosos que se generarán en todas las etapas del proyecto o derrames de combustibles y aceites.	P, C	En las áreas laborales se establecerán contenedores rotulados y con tapa para almacenar temporalmente los residuos al interior del predio. Los residuos deberán clasificarse como mínimo en Orgánicos, Inorgánicos, de manejo especial y Peligrosos. *Tipo: M5.*
	P, C	Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, deberán ser dispuestos en sitios autorizados. *Tipo: M6.*
	P, C	Los residuos peligrosos, deberán ser recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMARNAT. Los residuos no permanecerán más de 6 meses en el almacén de residuos peligrosos. *Tipo: M7.*
	P, C	El personal encargado del control de los residuos deberá de estar capacitado para su manejo y disposición temporal, así como para atender la recolección por parte de las empresas especializadas. *Tipo: P6.*
FLORA		
Afectación de especies de flora nativa y enlistadas dentro de la Norma 059-SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto.	C, O	Se realizará el enriquecimiento vegetal de las áreas verdes, utilizando las plantas rescatadas y plantas nativas. No se permitirá la introducción de especies exóticas al sistema. *Tipo: C1.*
	P, C, O	El área de conservación se mantendrá. *Tipo: M8.*
Pérdida de vegetación por remoción de especies en los trabajos de desmonte y despalme y habilitación de caminos.	P, C	Las áreas de lotes permanecerán en este proyecto con su cobertura de vegetación nativa y suelo natural. *Tipo: P7.*
	P, C, O	No se deberá realizar la quema o la eliminación de la vegetación mediante el empleo de productos químicos. *Tipo: P8.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
	P, C	En el área de afectación del proyecto se deberá realizar el rescate especies con tallas susceptibles de rescate (de 0.3 a 1.5 m), con la finalidad de ser reutilizadas en las actividades de revegetación o enriquecimiento de las áreas verdes del polígono. *Tipo: M9.*
Fauna		
Afectación de especies de fauna dentro de la Norma 059-SEMARNAT- 2010 en el área del proyecto y nativas de la Península de Yucatán.	P, C, O	Se prohíbe realizar algún tipo de aprovechamiento o explotación, extracción, o venta de la fauna silvestre en el área del proyecto. *Tipo: P9.*
	P, C	Implementar acciones de protección, rescate y reubicación de fauna en caso de encontrarse sobre las zonas de afectación del proyecto durante su ejecución. *Tipo: M10.*
Modificación de las condiciones de hábitat natural de la fauna al ser ahuyentados por la presencia humana o por destrucción de nidos o madrigueras.	P	Se realizarán revisiones en el área a afectar previo al paso de la maquinaria y la etapa de preparación del sitio al igual que durante la construcción para ahuyentar y/o reubicar a la fauna. *Tipo: P10.*
	C, O	Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción. *Tipo: M11.*
Desplazamiento de la fauna desde los sectores intervenidos por la construcción de las obras del proyecto hacia zonas aledañas.	C	Durante la etapa de construcción se cuidará que los vehículos circulen a bajas velocidades, evitando así el atropellamiento de especies que pudieran circular en la zona. *Tipo: P11.*
	P, C, O	Evitar la proliferación de la fauna nociva derivado de la generación y manejo de residuos, mediante el manejo adecuado de residuos utilizando un almacén temporal de residuos para el resguardo de estos. *Tipo: P12.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
Atracción de fauna feral por acceso al lago y residuos generados	P, C, O	Se deberán separar los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos, colocarlos en contenedores rotulados, cerrados para su resguardo temporal y evitar la proliferación de fauna nociva. *Tipo: M12.*
Estructura del paisaje		
Disminución del valor escénico del paisaje que cambia la calidad visual de la zona por la implementación de las obras del proyecto.	O	Una vez concluidas las actividades todas las estructuras temporales que se hayan utilizado serán desmanteladas y removidas del sitio del proyecto. *Tipo: M13.*
Modificación del microclima de la zona por la remoción vegetal y pavimentación de áreas del proyecto, lo cual provoca aumento en la temperatura.	P, C, O	Se mantendrá superficie con vegetación nativa y suelo natural. (Área de conservación). *Tipo: M14.*
	C, O	En la reforestación o enriquecimiento de las áreas verdes se utilizarán sólo especies vegetales nativas del tipo de ecosistema, considerando en los casos aplicables las propuestas de la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán. *Tipo: C2.*
Calidad Ambiental		
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	P, C, O	Está prohibida la quema de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Así como de desechos de vegetación. *Tipo: P13.*
	P, C	Se colocarán contenedores con tapa para el almacenamiento de los residuos sólidos. Estos contenedores deberán ser específicos para cada tipo de residuo, estar en lugares accesibles al personal y contar con una rotulación que permita su identificación. Lo anterior con la finalidad de promover la separación y facilitar su reciclaje o disposición. *Tipo: M15.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
	P, C, O	Los contenedores que contengan residuos deberán de ser retirados periódicamente del sitio del proyecto para ser enviados a sitios autorizados para su disposición final. Los residuos o materiales de reuso serán trasladados a una empresa especializada para su reciclaje. *Tipo: M16.*
Fugas y derrames de aceite accidentales por parte de la maquinaria	P, C	La maquinaria y vehículos utilizados recibirán mantenimiento de manera periódica para evitar que generan más ruido, minimizar emisiones de partículas, humos y/o gases a la atmósfera y evitar fugas de aceites e hidrocarburos que contaminan el suelo y al acuífero. Esto en talleres autorizados fuera del predio del proyecto. *Tipo: P14.*
Calidad de Agua Subterránea		
Exposición del manto freático para generar un lago.	P, C, O	Se realizarán constantes monitoreos de la calidad del agua. Se prohíbe el vertido de residuos. La exposición del manto implica un área para visita de aves, por lo que incentiva la interacción y apreciación natural con el hábitat. *Tipo: P15.*
Contaminación del acuífero debido a la infiltración al manto freático por aguas residuales de las viviendas, aceites, combustibles y otros residuos.	P, C	Se evitará la utilización de maquinaria en mal estado que pudiese causar contaminación por medio de fugas. *Tipo: P16.*
	P, C, O	Queda estrictamente prohibida la disposición no controlada de residuos sólidos, de manejo especial, peligrosos y fecalismo al aire libre en la zona del proyecto. *Tipo: P17.*
	P, C	Se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores; promover su uso y evitar el fecalismo al aire libre. *Tipo: P18.*
	P, C	La maquinaria que requiera reparaciones mayores deberá ser retirada del sitio para su trabajo en talleres externos establecidos. *Tipo: P19.*

Impactos	Etapa	Medida de Mitigación y Conservación
	P, C, O	Se deberá contar con contenedores con tapa y rotulados para los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Los residuos serán trasladados a un almacén temporal habilitado para esta finalidad. *Tipo: M17.*
	P, C	Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, como aceites, diésel, gasolina, lubricantes, estopas impregnadas con algún material peligroso, con el fin de evitar derrames al suelo y acuífero. *Tipo: M18.*
	P, C	En caso de ocurrir fugas, se deberán emplear charolas, diques, agentes absorbentes o algún mecanismo de contención con la finalidad de evitar la propagación del derrame, para su posterior recolección junto al suelo impregnado, para su posterior disposición como residuo peligroso. *Tipo: M19.*
ENTORNO ACÚSTICO		
Generación de Ruido por la operación de la maquinaria	P, C	Se deberá realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria que incluya afinación mayor, engrasado y reemplazo de piezas o partes defectuosas para que los ruidos de la maquinaria no se vean incrementados. *Tipo: P20.*
	P, C	No se realizarán trabajos fuera del horario laboral diurno, permitiendo el descanso en horarios nocturnos. *Tipo: P21.*
	P, C	Los trabajadores que estén expuestos de manera permanente a perforaciones contarán con tapones auditivos. *Tipo: P22.*

Tipo de Medida:
P: Prevención; M: Mitigación; C: Compensación; R: Restauración.

- **MEDIDAS ADICIONALES**

1. El promovente será responsable de los acuerdos y acciones que realice el contratista en cuanto a la generación y manejo de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, al igual que el manejo de combustible y el mantenimiento de la maquinaria. Asimismo, es responsable de las acciones de cumplimiento que en su representación realicen los contratistas de obra. *Tipo: P23.*

2. Se mantendrán áreas verdes conforme al diseño del proyecto en el predio, que tendrán la función de conservar la vegetación nativa, paso, refugio y zona de alimentación de fauna, de igual modo amortiguar la dispersión de polvos y ruido. *Tipo: M20.*

3. Se realizará el rescate y reubicación de fauna que se encuentre en la zona de explotación y que pueda ser afectada por las obras y actividades del proyecto. *Tipo: M21.*

4. Se contará con extintores y otros mecanismos para contener el fuego en el sitio del proyecto para usar en el caso de algún evento de este tipo. *Tipo: P24.*

5. Se supervisará en sitio el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el cuadro anterior mediante la inspección visual y documental, según lo establecido en los métodos de verificación. *Tipo: P25.*

6. Deberá habilitarse un sitio como acopio temporal de residuos, donde se resguarden los contenedores o recipientes con residuos segregados y con las medidas de control y seguridad aplicables, tales como delimitación física, impermeabilizado, con protección de la lluvia y extintor. *Tipo: M22.*

Otras medidas:

1. Mitigación Ambiental y Ecológica Protección de flora y fauna: Rescate, reubicación o conservación de especies endémicas y vegetación de selva baja.

2. Manejo de residuos: Separación, almacenamiento temporal y recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial mediante empresas autorizadas.

3. Uso de suelo: Obtener y respetar el Dictamen de Factibilidad Urbana-Ambiental emitido por el Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT).

4. Mitigación de Riesgos Climáticos y Geológicos. Para la Resistencia a huracanes se deberá usar materiales y técnicas de construcción certificados contra vientos fuertes, además de implementar protocolos de evacuación.

5. Control de inundaciones: Elección de sistemas de drenaje adecuados (Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable - SUDS) para manejar el impacto de lluvias intensas.

6. Prevención de hundimientos: de acuerdo los estudios LIDAR y mecánica de suelos para evitar zonas de riesgo cárstico (ver estudios entre los anexos técnicos de esta MIA).

7. Prevención y Gestión de Riesgos Constructivos para la Protección al manto freático: Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales (biodigestores y planta de tratamiento) y prevención de contaminación subterránea.

8. Análisis de Riesgo: seguir las recomendaciones evaluadas en el análisis de riesgos.

9. Manejo de escombros: disponer los excedentes de material de construcción en sitios autorizados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán. Evitando su acumulación en áreas verdes.

10. Respetar los pasos de fauna de acuerdo al anexo presentado en este estudio referente a la conservación de la fauna silvestre.

IV.10. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES

Se considera cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas.

La implementación del proyecto en cuestión causará afectaciones permanentes en el sitio en el cual se ubica, aunque cabe recalcar que la mayor parte de estas afectaciones o impactos son poco significativos y de radio de influencia localizado.

El primer impacto de tipo residual que se causará es la modificación permanente de la vegetación, seguido por el suelo y en menor grado el paisajístico durante las etapas de Preparación y Construcción, sin embargo, cabe mencionar que la afectación al suelo y a la vegetación será puntual en el área de infraestructura fija y una vez concluidas estas etapas se fomentará el desarrollo vegetal en áreas verdes del proyecto, contribuyendo a la mejora de la vegetación y el paisaje.

Por último, el desplazamiento de la fauna silvestre del sitio es inevitable ya que debido a la naturaleza de las actividades es prácticamente imposible realizarlas sin afectarles directamente. Por ello, para evitar lo anterior se realizarán recorridos previo al paso de la maquinaria para evitar su afectación, que al concluir las actividades, estas podrán retornar debido a la accesibilidad que tendrá a las áreas verdes del proyecto, y a que las especies encontradas en el predio, son en su mayoría tolerantes a las actividades humanas.

Cabe aclarar que el requerimiento de los servicios no se contempla como impacto residual ya que a pesar del consumo de este componente no se generará desabasto en la región a causa de su aprovechamiento.

La regeneración propone algo distinto: devolver más de lo que se extrae. Porque no se trata únicamente de reducir la huella, sino de mejorar activamente los ecosistemas, las comunidades y las economías locales. Dejar de hablar de desarrollo rural para hacerlo real mediante iniciativas concretas que dinamicen economías al tiempo que regeneran tierras y ecosistemas.

la restauración de suelos, la recuperación de biodiversidad, la activación económica rural o la colaboración entre diferentes entidades o agentes territoriales. Y el papel de la comunicación como herramienta de amplificación de cosas que se están haciendo bien.

Para minimizar, compensar y aplicar la regeneración así como la circularidad de estos impactos, se deberá dar seguimiento a lo enlistas a continuación:

Se deberá considerar para las actividades de enriquecimiento vegetal y coadyuvar a la regeneración de áreas desprotegidas de vegetación por las actividades de ganadería histórica y también las áreas de la jardinería del proyecto y de las áreas de conservación.

IV.10.1. Vegetación

Guía de Selección de Especies Nativas (Catálogo de Paisajísmo Obligatorio)

Guía de Selección de Especies Nativas (Catálogo de Paisajísmo Obligatorio) para cumplir con el Reglamento Interno del desarrollo, el 100% de las áreas comunes, los jardines y las futuras áreas verdes de los macrolotes deberán reforestarse exclusivamente con especies nativas de la selva baja de Yucatán. Quedan prohibidas especies exóticas invasoras.

A) Árboles de Sombra y Estructura (Para Vialidades y Jardines Grandes):

1.-Balché (*Lonchocarpus violaceus*): Árbol emblemático de la región, de raíces profundas que no dañan el pavimento. Aporta una excelente cobertura de sombra y floración morada atractiva para polinizadores nativos.
2.-Chacáh (*Bursera simaruba*): Especie de alta resiliencia y rápido crecimiento en suelos kársticos delgados. Su corteza rojiza es un elemento paisajístico característico de la selva baja.
3.-Pich (*Enterolobium cyclocarpum*): Exclusivo para parques o camellones muy amplios debido a su gran envergadura. Excelente fijador de nitrógeno en el suelo.

B) Árboles Medianos y Ornamentales (Para Fachadas y Jardines Residenciales)

1.-Flor de Mayo (*Plumeria rubra*): Árbol pequeño de raíces no invasivas y floración altamente estética y aromática. Tolera de forma excelente la temporada de secas estricta sin requerir riego constante
2.-.Kaxanah (*Guettarda combsii*): Árbol de porte medio con follaje denso. Sus frutos son una fuente de alimento crítica para las aves locales durante la temporada de secas.
3.-Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*): Arbusto grande o árbol pequeño, piedra angular de la apicultura yucateca. Su floración atrae a cientos de especies de abejas nativas y mariposas.

C) Estrato Bajo y Coberturas (Sustitutos de Pasto Convencional)

1.-Palma Chit (*Thrinax radiata*): Especie protegida por la normativa mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Su uso en el paisajismo del proyecto, proveniente de Unidades de Manejo Ambiental (UMA) autorizadas, funciona como una medida de conservación ex situ sumamente valiosa.

2.-Xcanlol (*Tecoma stans*): Arbusto perenne de flores amarillas brillantes en forma de campana. Florece casi todo el año y requiere un mantenimiento hídrico mínimo tras su establecimiento.

IV.10.2. PROPUESTA TECNICA DE PASOS DE FAUNA

Para interconectar adecuadamente las áreas de conservación con las áreas verdes, las estructuras deben dividirse según la morfología y hábitos de la fauna local:

1. Pasos Subterráneos Menores (Anfibios, Reptiles y Pequeños Mamíferos)

Especies meta: Ranas, toloks (iguanas), serpientes, tlacuaches, armadillos y tejones, etc.

Diseño estructural: Se deben instalar ductos de concreto circulares o cuadrados (tubos de alcantarillado) por debajo de las calles principales que conecten de un extremo natural a otro. Las dimensiones recomendadas: Diámetro mínimo de 0.80 a 1.0 metro. Los túneles muy largos o estrechos generan oscuridad total, lo que asusta a los reptiles y anfibios evitando que los usen.

Acondicionamiento interno: El suelo interior del tubo debe cubrirse con una capa de sustrato natural (tierra y hojarasca de la región) para que los animales no caminen directamente sobre el concreto frío.

2. Eco-Zanjas y Reductores a Nivel (Venado Temazate y Pavo Ocelado)

Especies meta: Venado y pavo ocelado de monte. Limitante biológica: Estas dos especies no usarán túneles bajo el suelo por miedo a emboscadas de depredadores, y el pavo ocelado prefiere correr para escapar al peligro en el suelo en lugar de volar.

Diseño estructural: En los puntos críticos donde las vialidades principales cortan los corredores biológicos, se deben implementar pasos a nivel de calle con diseño de "Zona Escénica o de Amortiguamiento":

Vibradores y reductores: Topes pronunciados y señalética fotoluminiscente a 50 metros antes del cruce.

Sotobosque continuo: La vegetación densa de la selva debe llegar exactamente al borde de la acera de ambos lados de la calle, permitiendo que el venado o el pavo crucen rápidamente de un arbusto a otro sin quedar expuestos en zonas despejadas.

Paso deprimido abierto: Si la topografía lo permite, se pueden diseñar vados amplios donde la calle sube sutilmente mediante un puente tipo alcantarilla de losa abierta (mínimo 4 metros de ancho y 2 de alto), manteniendo luz natural bajo la vialidad para el libre paso del venado.

Beneficios Críticos de Implementar este Esquema en el proyecto La Gran Palmera en Dzemul:

Preservación del Pavo Ocelado: Esta ave es una especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT) y de altísimo valor cultural maya. Brindarle cruces seguros evita que las poblaciones del desarrollo terminen huyendo o siendo fragmentadas por las vialidades internas.

Barreras Guía Integradas: Para que los anfibios y reptiles encuentren los túneles subterráneos, se colocan pequeñas "bardas guía" de piedra de la región de 40 cm de alto en los márgenes de las calles, obligando al animal a caminar en paralelo hasta encontrar la entrada del tubo seguro en lugar de subir al asfalto.

Para el máster plan de 41.11 hectáreas en Dzemul, la señalética ambiental debe cumplir un doble propósito: proteger a la fauna silvestre de los vehículos en las calles de terracería y ecocreto, y educar a los residentes sobre el valor ecológico de las áreas que están conservando (conservación + áreas verdes). Dado el perfil del proyecto, se deben evitar los letreros urbanos metálicos tradicionales. En su lugar, se recomienda utilizar madera de la región tratada o plástico de alta densidad reciclado (madera plástica) con grabado bajo relieve, integrando pintura fotoluminiscente (que brilla en la oscuridad sin necesidad de energía eléctrica).

Programa de Señalética Ambiental Especializada

1. Señalética Vial Preventiva (Seguridad de la Fauna). Se instalan a 50 metros de los puntos de cruce identificados y en las transiciones entre terracería y ecocreto.Cruce de Venado y Pavo Ocelado: Letreros triangulares de advertencia con la silueta grabada de ambas especies. Deben incluir el texto: "Zona de Cruce: Disminuya la Velocidad".Velocidad Máxima Permitida: Restringir estrictamente la velocidad interna. Se sugieren 20 km/h en zonas de ecocreto y 15 km/h en calles de terracería cercanas a las 12.33 hectáreas de conservación. Texto: "Velocidad Máxima 20 km/h. Protege la Vida Silvestre".Cruce de Pequeñas Especies (Nocturnas): Ubicados cerca de las entradas de los túneles subterráneos para alertar a los conductores por la noche sobre la presencia de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos. Texto: "Tránsito Nocturno de Fauna. Circule con Precaución".

2. Señalética de Infraestructura Ecológica (Sustentabilidad) Colocada en la Casa Club y las vialidades principales para visibilizar las ecotecnias del desarrollo. En la Casa Club se recomienda un tótem informativo que explique el funcionamiento del sistema. Texto sugerido: "Agua de Lluvia Recuperada: Esta edificación capta el agua de lluvia para el riego de nuestras áreas verdes, reduciendo la explotación del acuífero local".En la PTAR Modular y Macrolotes: Placas que indiquen la política de descarga cero. Texto sugerido: "Sistema de Aguas Circulares: El 100% de las aguas residuales se tratan mediante biodigestores y planta centralizada, devolviendo agua limpia exclusivamente para el riego de la comunidad". Vialidades de Ecocreto: Pequeñas placas informativas a nivel de piso en los accesos. Texto sugerido: "Suelo Permeable: Pavimento diseñado para permitir la filtración directa del agua de lluvia hacia el manto freático".

3. Señalética Educativa e Identidad (Zonas de Conservación): Ubicada en los linderos del 30% de conservación y andadores de las áreas verdes para generar identidad comunitaria. Límites de Conservación: Tótems que marquen el inicio de las 12.33 hectáreas protegidas. Texto sugerido: "Santuario Natural: Zona de conservación estricta. Prohibido el paso de vehículos motorizados, mascotas sin correa y extracción de flora o fauna". Cédulas de Identidad Biológica: Pequeños letreros en los senderos que describan brevemente a las especies residentes (el Tolok, el Pavo Ocelado, el Venado y la Selva Baja Caducifolia), destacando su estatus de protección y su función en el ecosistema.

La elección de terracería y ecocreto (concreto permeable) para las vialidades internas es ideal para un proyecto sustentable. Al eliminar el asfalto tradicional, se maximiza la filtración de agua hacia el acuífero, se reduce significativamente el efecto de isla de calor y se mantiene una estética integrada al entorno natural de Dzemul.

Integración de Pasos de Fauna con Terracería y Ecocreto.

El uso de estos materiales facilita técnicamente la instalación y la efectividad de los pasos de fauna debido a su naturaleza porosa y rústica: Mayor Aceptación de la Fauna: La terracería y el ecocreto generan menos ruido por rodamiento vehicular y no despiden los olores químicos ni el calor extremo del asfalto. Esto reduce el estrés de los venados y los pavos ocelados, haciendo que se acerquen con mayor confianza a las zonas de cruce.

Continuidad Térmica y de Humedad: Los anfibios y reptiles son sumamente sensibles a los cambios de temperatura. El ecocreto mantiene una temperatura más cercana a la del suelo natural y permite el paso de la humedad, evitando que las especies mueran por deshidratación si intentan cruzar la vialidad a nivel de piso.

Instalación Simplificada de Túneles: Al construir las vialidades de terracería y ecocreto, la colocación de los ductos subterráneos de concreto (de 1.0 metro de diámetro) es mecánicamente más sencilla. Las zonas sobre los tubos pueden cubrirse directamente con terracería compactada, logrando una transición invisible para los pequeños mamíferos.

Implementar pasos de fauna silvestre en el desarrollo de Dzemul ofrece beneficios críticos para mitigar la fragmentación del hábitat causada por las vialidades y los macrolotes. Al conectar el área de conservación con las áreas verdes, estas estructuras aseguran que la fauna local (como reptiles, pequeños mamíferos y aves no voladoras) transite de forma segura.

Beneficios Ecológicos y de Conservación: Evitan el aislamiento genético: Permiten que las especies crucen las vialidades para alimentarse y reproducirse. Esto previene la endogamia y mantiene saludables a las poblaciones locales.

Reducción drástica de atropellamientos: Crean rutas seguras de tránsito. Evitan la muerte de fauna endémica de la selva baja caducifolia de Yucatán a causa del flujo vehicular interno.Mitigación del "efecto barrera": Las calles dividen los ecosistemas. Los pasos subterráneos o aéreos restauran la continuidad natural del suelo y la vegetación. Dispersión de semillas y polinización: Al permitir el libre tránsito de los animales, se mantiene el ciclo de regeneración natural de la flora dentro de las áreas de conservación.

Beneficios para el Desarrollo Inmobiliario. Seguridad vial para los residentes: Reducen los accidentes de tráfico provocados por el cruce inesperado de animales en las vialidades del condominio.

IV.11. PROGRAMAS TENDIENTES A SUBSANAR IMPACTOS POTENCIALES

El proyecto cuenta con diversos programas cuya aplicación permitirá subsanar diversos impactos previstos y otros potenciales sobre los servicios públicos o recursos en la zona y la región. Pueden revisarse en los anexos técnicos de esta Manifestación.

Se trata de los siguientes:

- Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y de Fauna.
- Programa General de Manejo de Residuos.
- Programa General de Vigilancia y Cumplimiento Ambiental.
- Plan de Autosuficiencia y Sustentabilidad.
- Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- Programa de Ahorro y Eficiencia Energética.
- Plan de Generación de Energías Limpias, Climatización y Sistemas Térmicos.

IV.12. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Objetivos

El presente programa de vigilancia ambiental se elabora con el fin de dar cumplimiento a cada una de las medidas de prevención, compensación y/o mitigación señaladas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto.

Para tales acciones es importante mencionar que durante todas las etapas del proyecto, el personal operativo y administrativo se encontrará capacitado y entrenado sobre los temas ambientales, de riesgo y de seguridad e higiene que aplican al proyecto.

El seguimiento del plan de vigilancia permitirá detectar si existen sitios con problemas de erosión, contaminación, especies de flora y fauna silvestre que pudieran ser afectadas por la presencia de los frentes de trabajo, emisiones a la atmósfera no controladas, mal manejo de residuos y un inadecuado control de plagas nocivas.

1. Como primer punto del programa, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la operación del proyecto, como en la supervisión del programa. La implementación del Sistema de Gestión Ambiental será clave fundamental para la prevención y control del sistema ambiental.

- Para el adecuado funcionamiento del programa, es necesario tener mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento ambiental. En este sentido, el programa contempla la elaboración de una tabla de cumplimiento ambiental a partir de información de la MIA, previendo la etapa de cumplimiento, la periodicidad y los indicadores.

- A través del presente Programa de Vigilancia Ambiental se garantiza el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención, compensación y regeneración.

Objetivo particular

Llevar a buen término las recomendaciones propuestas en el proyecto, destinadas a la minimización y mitigación de las afecciones ambientales. Además, debe permitir el seguimiento de la cuantía de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible articulación de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las planificadas se demuestran insuficientes, la detección de posibles impactos no previstos y estimación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente en si momento.

El plan de vigilancia además establece umbrales de alerta en sus parámetros para cuando los efectos adversos crezcan en su magnitud además umbrales inadmisible para prevenir que los impactos se salgan de control. Esta es una manera de asegurar que dichas prevenciones, mitigaciones y compensaciones se ejecuten una vez autorizado el proyecto.

El responsable de la obra y/o actividad de operación y mantenimiento, tienen la obligación de dar cumplimiento a todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales a través de un Programa de Vigilancia Ambiental, que contenga o contemple en su diseño procedimientos para el seguimiento de las condicionantes emitidas en este estudio.

Se deberá nombrar a un responsable ambiental involucrado en la operación del proyecto, el cual tendrá la función de coordinar en el sitio las actividades y asegurarse que todas éstas se apeguen a lo requerido.

Los colaboradores serán objeto de la capacitación permanente que les permita el cumplimiento y vigilancia de las medidas indicadas, así como de los procesos o procedimientos de respuesta ante contingencias ambientales.

El programa de vigilancia ambiental consistirá en la planeación, ejecución, evaluación, y en su caso, adecuación de las medidas consideradas para prevenir o mitigar los impactos ambientales detectados.

En caso de que el colaborador involucrado en el proyecto realice algún incumplimiento, se aplicarán medidas correctivas para promover de manera conjunta que todos los empleados colaboren con los objetivos que se quieren lograr en materia de sanidad, estética y limpieza del área.

En los anexos técnicos se presenta un modelo del Programa General Calendarizado de Cumplimiento Ambiental.

Procedimiento Operativo:

El responsable ambiental junto con los colaboradores y el responsable del promovente tendrán reuniones periódicas que servirán para retroalimentar el programa de vigilancia

ambiental y que este se ajuste a las necesidades del proyecto, conformándose cada vez más eficiente en su aplicación, control y seguimiento.

Además de vigilar que se cumplan con las medidas de prevención y mitigación, a continuación, se presentan algunas de las actividades que se desarrollarán en el programa de vigilancia ambiental a las cuales se les tendrá que dar seguimiento y en caso de ser requerido se mencionan las correcciones que se les pueden aplicar.

Algunas de las actividades que se desarrollarán se presentan en el siguiente modelo de programa. Este procedimiento operativo estara vinculado con las medidas de mitigación y prevención en donde se describe los impactos y las evidencias de cumplimiento.

Tabla IV.6. Programa de vigilancia. Etapa: P, Preparación; O, Operación; A, Abandono.

ACTIVIDAD	ETAPA	TIEMPO PROGRAMADO	IMPACTO QUE MITIGA / BENEFICIO	Procedimientos y Correcciones
Inspección y vigilancia respecto al manejo de los residuos sólidos	P, C	Permanente	Prevención del impacto; afectación al suelo por disposición adecuada de desechos sólidos, así como procurar su reducción, reutilización o reciclaje.	Se ejecutará el programa de manejo de residuos; se dispondrá de contenedores y se contratará el servicio de recolección de desechos. Las correcciones serán evaluadas y establecidas en caso de observar mal manejo de los residuos y serán conforme al tipo de error en su manejo.
Inspección y vigilancia respecto al manejo de los residuos especiales	P, C	Permanente	Prevención del impacto; afectaciones al suelo y a la salud del ambiente; disposición adecuada de los residuos.	En caso de detectar mal manejo de residuos se procederá a realizar una limpieza general, acopiando los residuos según su tipo para su posterior recolección y correcta disposición final.

ACTIVIDAD	ETAPA	TIEMPO PROGRAMADO	IMPACTO QUE MITIGA / BENEFICIO	Procedimientos y Correcciones
Inspección y vigilancia respecto al manejo y remoción de residuos peligrosos	P, C	Permanente	Prevención de la afectación al suelo por disposición de desechos peligrosos; afectación al suelo por derrame de aceite e hidrocarburos.	Se inspeccionará el cumplimiento de la disposición de residuos peligrosos. En caso de detectar mal manejo de residuos se procederá a realizar una limpieza general, acopiando los residuos según su tipo para su posterior recolección y correcta disposición final por empresas autorizadas.
Mantenimiento y verificación vehicular	P, C	Cada seis meses o según odómetro de los vehículos	Emisiones mínimas de contaminantes por emisiones atmosféricas y ruido.	En caso de observarse emisiones extraordinarias de gases contaminantes evidentes en los vehículos, se procederá a enviarlos al taller externo para su afinación reemplazando filtros y aceites

ACTIVIDAD	ETAPA	TIEMPO PROGRAMADO	IMPACTO QUE MITIGA / BENEFICIO	Procedimientos y Correcciones
Medidas de seguridad contra incendio	P, C	Permanente	Prevención de incendios. Inspección de disposición de materiales inflamables; extintor ubicado en almacén temporal.	Se inspeccionará la disposición de materiales inflamables; así como la existencia de extintores ubicados en sitios estratégicos. En caso de incendio se procederá a su contención y extinción. Se contará con un extintor cerca de las áreas que manejen productos inflamables.
Aplicación de medidas de restauración de suelo	P, C	Permanente (aplicar en caso de existir algún derrame de aceite o hidrocarburo)	Mitigar el impacto al suelo ocasionado por derrames.	En caso de detectarse derrames, estos serán contenidos con material absorbente, eventualmente se recogerá junto al suelo impregnado y será acopiado como un residuo peligroso para su posterior disposición final.
Aplicación de medidas para el cuidado de la fauna.	P, C	Permanente (Aplicar ahuyentado o reubicación en caso de ser necesario)	Prevenir afecciones a la fauna silvestre.	En caso de encontrarse fauna vulnerable al paso de la maquinaria, este será capturado de modo manual y liberado fuera de áreas riesgosas. Aplicación de acciones de protección permanente de la fauna.

ACTIVIDAD	ETAPA	TIEMPO PROGRAMADO	IMPACTO QUE MITIGA / BENEFICIO	Procedimientos y Correcciones
Enriquecimiento de vegetación en áreas verdes	C, O	Al iniciar la etapa de operación.	Acción para compensar la pérdida de la capa vegetal. Enriquecimiento con especies nativas los sitios destinados para áreas de conservación. Mantener el área de conservación para la recarga del acuífero.	Se deberá dar un correcto seguimiento a la supervivencia y recambio de individuos muertos con la finalidad de garantizar la prevalencia de por lo menos el 80%.

La supervisión, control e informes permitirán detectar los impactos no previstos en el estudio debido a su ocurrencia extraordinaria, en cuyo caso se adoptarán las medidas de prevención y mitigación pertinentes.

En la programación y ejecución de las medidas, se tomarán en cuenta las acciones de la sección “Verificación” como complemento y guía del cumplimiento en el plan de vigilancia ambiental.

En los anexos técnicos de este estudio se encuentran los programas diversos que se aplicarán como parte del proyecto.

- **Vigilancia de la afectación sobre la vegetación**

La adecuación de los diferentes espacios incluidos en el proyecto implica una afectación a la cobertura vegetal existente.

En capítulos anteriores se describen las comunidades vegetales existentes en el ámbito de las obras, algunas de las cuales se encuentran incluidas en la directiva de hábitat, la relativa a la conservación del hábitat, la flora y la fauna silvestre.

- **Control y seguimiento de la calidad de los niveles de las aguas superficiales y subterráneas**

En esta operación de control se establecen las acciones encaminadas a minimizar el riesgo de contaminación del sistema hidrológico, tanto superficial como subterráneo, que pudiera ocasionar el vertido de combustible, aceites, aguas residuales, etc., así como las acciones encaminadas a asegurar el correcto drenaje y recarga de los recursos de agua, zonas húmedas y acuíferos próximos a la nueva infraestructura.

- **Control de las medidas para la protección de la fauna**

Las operaciones de control que suelen proponerse van encaminadas a minimizar los impactos sobre la fauna, ya sea mediante la introducción de propuestas a tener en cuenta en la elaboración de los proyectos constructivos; o el control directo de la ejecución de las obras y la operación del proyecto.

- **Control de la adecuación morfológica y paisajística**

Este control tiene como objetivo lograr la aplicación de las medidas de restauración propuestas por el proyecto, así como de otras propuestas que vayan surgiendo durante la ejecución de las obras y que supongan una mejora de los resultados finales.

Los alcances previstos con la implementación del programa son los siguientes:

- Obtener un documento rector enfocado a las necesidades de seguimiento y eficacia de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales previstos en la manifestación de impacto ambiental específicamente para el proyecto en cuestión.
- Notificar indicadores ambientales que permitan evaluar la actividad de las medidas de mitigación.
- Dar cumplimiento a la legislación vigente aplicable en materia de impacto ambiental, federal y la correspondiente al estado de Yucatán, al cual pertenece la zona del proyecto.
- Identificar y aplicar criterios de mejora a las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales previstos en la manifestación de impacto ambiental en su modalidad general para el proyecto.

CAMPO DE APLICACIÓN

- La vigilancia en campo o supervisión es el proceso para el control, seguimiento y medición de los aspectos ambientales contemplados en el proyecto respectivo.
- Por tal razón será necesaria la presencia de supervisores ambientales. Estos serán los encargados de vigilar el cumplimiento de los aspectos ambientales considerados en la normatividad ambiental vigente y aplicable.
- Cada supervisor ambiental será encargado de la supervisión, en el ámbito de las actividades que se desarrollen bajo su cargo, de los aspectos y requisitos ambientales de la promovente u operadora del desarrollo.
- Los aspectos o requisitos ambientales del sistema, no cubiertos por los superintendentes o coordinadores de brigada, serán responsabilidad del gerente general y/o el gerente de proyectos y gestión de la promovente, quien fungirá como revisor de tales aspectos y requisitos.
- Las actividades de supervisión ambiental se deberán programar de acuerdo a las condicionantes ambientales de la autorización del proyecto.
- Se deberá programar la supervisión de todas aquellas acciones generales que conformen las actividades indicadas en el resolutivo de impacto ambiental, de

manera que incluyan los elementos necesarios para cumplir con la normatividad ambiental vigente.

- Todas las actividades de supervisión programadas deberán contar con el comprobante respectivo de supervisión y cumplimiento. El comprobante de supervisión lo constituye el registro correspondiente y el comprobante de cumplimiento será documental y/o fotográfico.
- Conforme al programa de actividades, se programarán las actividades de supervisión ambiental.
- Se elaborará un programa mensual de actividades de la supervisión ambiental, el cual es un registro del sistema.
- En tal documento mensual se indicarán las actividades programadas, las cuales se exteriorizan como realizadas en el casillero o celda que corresponda a la fecha real de su ejecución.
- Con toda esta información se realizará un reporte de las actividades realizadas y cumplidas por el parador.

SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El seguimiento de la aplicación del programa de vigilancia ambiental se realizará mediante la coordinación entre el supervisor ambiental de campo, la administración del promovente y el encargado del Sistema de Gestión Ambiental. Estos se encargarán de realizar visitas periódicas al sitio del proyecto para verificar la aplicación y el cumplimiento del Programa.

En los Anexos técnicos de esta Manifestación, el documento denominado “Programa de Monitoreo Ambiental Integral (PMAI)” se presenta información complementaria a la indicada en este capítulo.

IV.13. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.

Se considera que el área de influencia del proyecto determinada desde el análisis del Capítulo III, se corresponde con la extensión e intensidad de los impactos ambientales identificados para el proyecto, incluyendo los significativos, sinérgicos o acumulativos, así como los residuales.

Por tanto, el polígono del área de influencia y la justificación de su delimitación, incluyendo los criterios utilizados para la misma, ya se han presentado.

Esta delimitación considera la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos, acorde con los criterios utilizados para la delimitación de la Región Ecológica y la magnitud del proyecto.

Una vez determinado las diversas capas de instrumentos de regionalización ya descritos desde el capítulo III, se pudo generar el polígono del área de influencia del proyecto en

relación con los impactos ambientales identificados, el mismo se puede consultar en la figura siguiente:

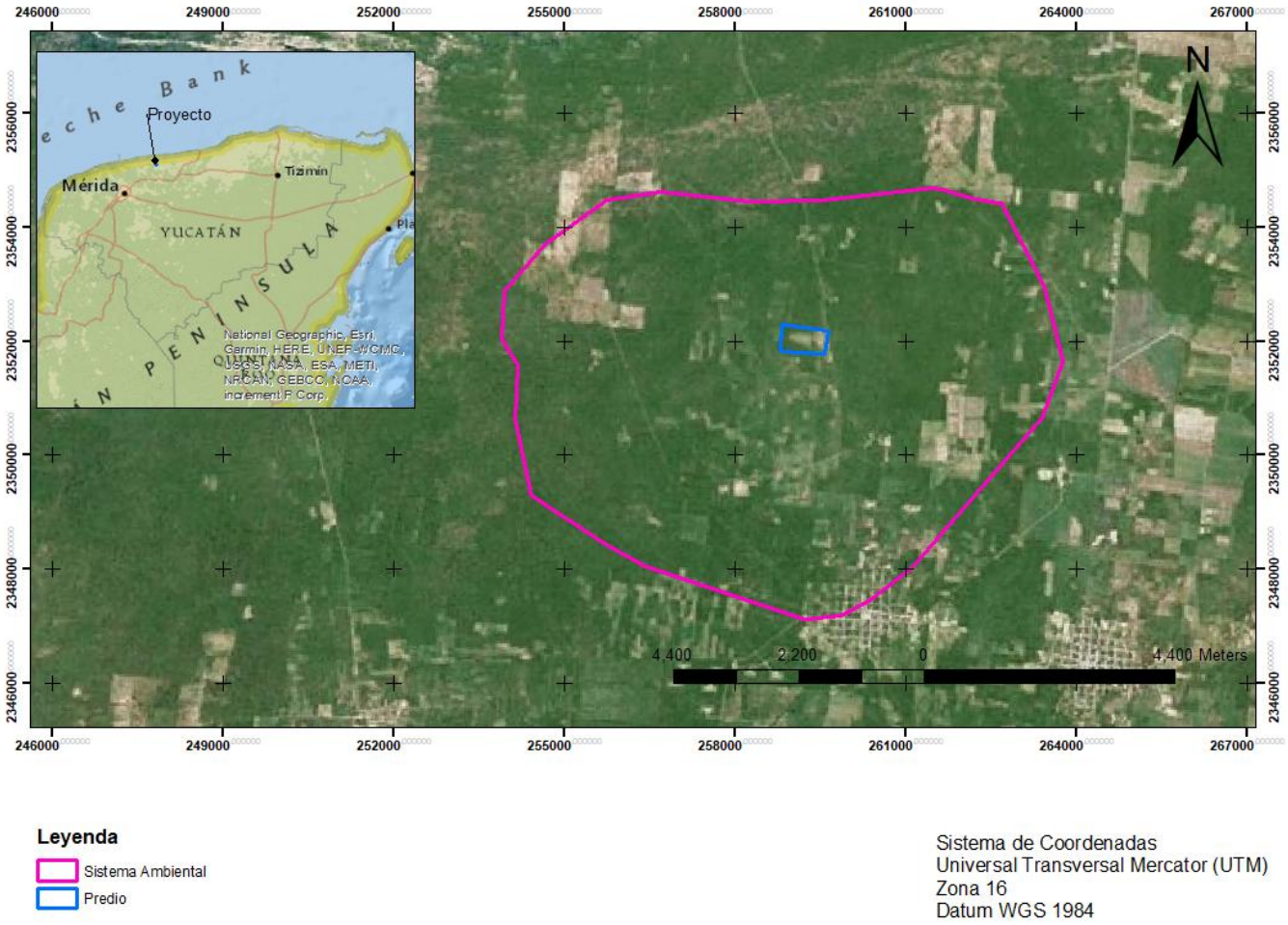

Figura IV.2. Delimitación del Área de influencia del proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales. Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior, esta área de influencia del proyecto quedará delimitado con una superficie de **5,685.67 hectáreas**, por lo que el porcentaje de la superficie del predio con respecto a dicha área es del **0.63%**.

IV.14. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Se cataloga como medida de compensación aplicable al proyecto, como se ha indicado previamente en los listados y descripciones, la reforestación o enriquecimiento de las áreas verdes utilizando las plantas rescatadas y plantas nativas del tipo de ecosistema y plenamente adaptadas a la región, sin introducción de especies exóticas o invasivas al sistema.

La descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución de esta medida de compensación se presentan en el **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y de Fauna** que se adjunta como anexo técnico al presente estudio.

En dicho documento se establecen también parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia aplicables (viables).

Dado el tipo de proyecto, sus usos previstos y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, tal como la permanencia de áreas de conservación y verdes ajardinadas (50.44% del terreno, incluso con todo el proyecto desarrollado), no se contemplan medidas de Restauración como parte del presente proyecto de lotificación y urbanización.

IV.15. CONCLUSIONES

El desarrollo inmobiliario en las inmediaciones de Dzemul es viable ecológicamente si se ejecuta con estrictas prácticas sostenibles. Si Garantiza el cuidado del acuífero y el entorno ambiental y social mediante el tratamiento del agua, el uso de energías limpias y la protección de amplias zonas de conservación.

Análisis de Viabilidad y Sostenibilidad: Conservación y Regeneración: Asignar un 30.51% de conservación y 19.92% de áreas verdes asegura la protección del ecosistema local y la flora nativa, mitiga el efecto de isla de calor y preserva el paisaje natural de los sistemas ambientales de las unidades de gestión ambiental.

Gestión del Agua: La implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y el drenaje pluvial evitan la contaminación directa o el riesgo de salinización del manto freático. A su vez, los sistemas de captación pluvial garantizan el riego de las áreas verdes sin sobreexplotar el subsuelo.

Energías Renovables: El uso de paneles solares en vialidades y la casa club reduce la huella de carbono y los costos operativos a largo plazo, consolidando un proyecto que aprovecha el clima de la región.

Mitigación de Impactos: En una zona con alta fragilidad ambiental, estas medidas preventivas resultan indispensables para cumplir con la normatividad ecológica vigente y proteger los ecosistemas contra la urbanización acelerada.

El desarrollo inmobiliario en Dzemul presenta un esquema de baja densidad ideal para una zona de transición ecológica, siempre que se garantice el cumplimiento estricto de al menos el 45% de su superficie destinada a suelo permeable y natural. Con un área disponible para urbanización de solo 20.39 hectáreas, el proyecto mitiga el impacto ambiental fragmentado típico del crecimiento urbano de la franja en Yucatán.

Desglose y Distribución del Terreno: Área de Conservación (30.51%): Representa 12.55 hectáreas destinadas exclusivamente a mantener la selva baja caducifolia y la fauna local sin perturbaciones constructivas.

Áreas Verdes (19.92%): Suma 8.2 hectáreas integradas a la urbanización (andadores, parques y casa club) que captarán el agua pluvial para la recarga limpia del acuífero.

Área de Desarrollo Comercial y Habitacional (37.98%): Deja 15.63 hectáreas para la distribución de vialidades, la casa club, amenidades, los lotes unifamiliares y los 7 macrolotes.

Conclusión Técnica de Operación:

La viabilidad a largo plazo de este máster plan radica en la capacidad instalada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Al incluir 7 macrolotes, la carga hidráulica final puede variar drásticamente según el uso de suelo que se les asigne (multifamiliar, comercial o servicios). Por lo tanto, la PTAR debe diseñarse bajo un esquema modular (como se describe en esta evaluación) que soporte el flujo proyectado de los 290 lotes iniciales y que sea escalable para absorber la demanda futura de los macrolotes.

La combinación de drenaje pluvial independiente y captación en la casa club evitará la saturación de la planta durante la temporada de lluvias intensas y huracanes en la península.

El esquema técnico propuesto para el drenaje sanitario es óptimo: el uso de un sistema centralizado modular complementado con biodigestores de pretratamiento en cada macrolote reduce significativamente la carga de sólidos que llega a la planta principal, extendiendo su vida útil y protegiendo el sensible acuífero kárstico de Dzemul.

Memoria de Cálculo: Captación Pluvial en Casa Club: Para calcular el volumen potencial de agua de lluvia captable, se utiliza la información oficial del Gobierno de Yucatán que fija la precipitación media anual en Dzemul en 1,200 mm (1.2 metros).

Al no contar con las dimensiones exactas de la techumbre de la Casa Club, se formulan tres escenarios basados en un coeficiente de escurrimiento (Ce) de 0.90 (típico para losas de concreto liso o impermeabilizado).

Conclusión sobre la Operación Integrada:

Mitigación Sanitaria Eficiente: Al obligar a los futuros desarrollos de los 7 macrolotes a instalar biodigestores, el agua pre-tratada llegará a la planta centralizada con una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) drásticamente menor. Esto evita picos de contaminación e inundaciones biológicas en la PTAR.

Ciclo de Riego Autosustentable: Con una Casa Club mediana, el volumen anual recolectado supera los 860,000 litros. Debido a que las lluvias se concentran fuertemente de junio a octubre, se requerirá construir una cisterna de almacenamiento masivo (al menos de 150 m^3 a 200 m^3 para guardar los excedentes del verano y utilizarlos en la temporada de sequía (marzo a mayo), protegiendo la reserva del 30% de áreas verdes.

La decisión de reutilizar el 40-50% del agua tratada de la PTAR para riego consolida un modelo de economía circular y descarga mínima; eliminando por completo el riesgo de

inyectar contaminantes remanentes al acuífero de Dzemul. Esta estrategia reduce al mínimo la extracción de agua del subsuelo para el mantenimiento de las áreas verdes.

Conclusión Final del Impacto e Integración del Proyecto

Balance Hídrico Positivo: El desarrollo funcionará como un sistema de captación y reciclaje. La combinación del agua tratada de la PTAR (proveniente de los lotes y 7 macrolotes) junto con el agua de lluvia almacenada de la Casa Club garantizará una fuente constante de riego durante todo el año, incluso en la época de sequía severa (marzo a mayo).

Seguridad Sanitaria en Riego: Al pasar el agua por un doble filtro (biodigestor en macrolotes + PTAR modular centralizada), el efluente final cumplirá holgadamente con la NOM-001-SEMARNAT y la NOM-003-SEMARNAT, asegurando que el agua utilizada en las áreas comunes sea biológicamente segura para el contacto humano incidental.

Sustentabilidad Energética: Al operar las luminarias de las vialidades y el sistema de bombeo de riego de la Casa Club mediante paneles solares, el costo energético de mover y distribuir toda esta agua reciclada será prácticamente cero, garantizando la viabilidad financiera del mantenimiento del condominio a largo plazo. El proyecto se perfila como un modelo de desarrollo inmobiliario sustentable de baja densidad para la región costera de Yucatán, donde la infraestructura verde (mínimo 45% de conservación y áreas verdes) y la infraestructura técnica (PTAR + biodigestores + captación) trabajan en perfecta sincronía.

La combinación de fauna detectada en el terreno exige un diseño mixto de pasos de fauna (subterráneos y a nivel) debido a que especies se desplazan estrictamente de forma terrestre o corriendo, rechazando estructuras elevadas o túneles demasiado cerrados.