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

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0045/09/20**.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC y número de teléfono celular de personas físicas en página 7.

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

V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **132/2020/SIPOT,** en la sesión celebrada el **14 de octubre de 2020.**

VI. **Firma del titular:**

Biol. Araceli Gómez Herrera.

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

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

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

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular

Armonía Eco-Residencial Sustentable

Residencial los Castillo S.A. de C.V.

JUNIO 2020

» **Contenido**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 5
I.1. Datos generales del proyecto 5
I.1.1. Nombre del proyecto 5
I.1.2. Ubicación del proyecto 5
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 5
I.2. Datos generales del promovente 5
I.2.1. Nombre o razón social 5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 5
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 5
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 5
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio 6
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 7
II.1. Información general del proyecto 7
II.1.1. Naturaleza del proyecto 7
II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto 7
II.1.3. Inversión requerida 16
II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 16
II.2. Características particulares del proyecto 19
II.2.1. Programa general de trabajo 21
II.2.2. Etapa de Preparación del sitio y construcción 22
II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales 23
II.2.4. Etapa de constructiva y requerimiento de personal e insumos 24
II.2.5. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA RED DE DRENAJE 25
II.2.5.1 DATOS DE PROYECTO 25
II.2.5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO 26
Aportación a la red de atarjeas 26
Vertido de aguas residuales 26
II.2.5.3 GASTOS DE PROYECTO 26
Gasto medio diario 26
Aportación 27

Gasto mínimo 27
Gasto máximo instantáneo 28
Gasto máximo extraordinario 28
Coeficiente de previsión 28
Cálculo de gastos de drenaje sanitario 29
II.2.5.4 DISEÑO HIDRÁULICO 29
Diámetro y pendiente 29
Diámetro mínimo 31
Tirantes mínimos 32
Diseño de la red de atarjeas 32
Descripción del funcionamiento hidráulico 32
Descargas domiciliarias 33
II.2.5.6 ESPECIFICACIONES GENERALES 33
Diámetros de tuberías 33
Zanjas 33
Estructuras conexas 34
Pruebas de hermeticidad en las tuberías de drenaje sanitario 34
II.2.5.7 Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). 34
DESCRIPCION GENERAL 35
PROPUESTA DE SOLUCION 37
FILTRACION FINA POR CRIBA 37
SECCION DE ECUALIZACION / HOMOGENIZACION 37
REACTOR BIOLOGICO SECUENCIAL 37
LINEA DE LODOS 38
FILTRO DE DISCO (MICROFILTRACION) 38
AUTOMATIZACION DE TODO EL SISTEMA 39
SISTEMA SCADA 39
SECCION ELECTRICA 40
II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento. 41
II.2.7. Etapa de abandono del sitio 42
II.2.8. Utilización de explosivos 42
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 42
II.2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 44

II.2.11. SISTEMA DE AGUA POTABLE 44
Descripción del Sistema 44
II.3. Gastos de proyecto 46
II.4. Datos de proyecto 46
II.4.1. Cálculo de gastos 46
II.5. Diseño de la red de distribución 47
II.5.1. Descripción del análisis hidráulico 47
III. ESPECIFICACIONES GENERALES 49
III.1. Suministro de materiales 49
III.2. Tuberías 49
III.3. Zanjas para instalación de tuberías 49
III.3.1. Ancho y profundidad de la zanja 50
III.4. Plantilla o cama 51
III.5. Relleno 52
III.6. Piezas especiales 52
III.7. Cajas para la operación de válvulas 53
III.8. Pruebas de hermeticidad en tuberías de agua potable y tomas domiciliarias 54
III.8.1. DRENAJE PLUVIAL 54
IV. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO .. 61
IV.1. ARTÍCULO 60 TER, DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS), PUBLICADO EL 1 DE FEBRERO DE 2007, EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 134
IV.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 138
IV.3. Otros instrumentos a considerar. 140
V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 140
V.1. Delimitación del área de influencia 140
V.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 141
V.3. ASPECTOS NATURALES A NIVEL DE TERRENO 160
VI. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 202
VI.1. Presentación 202
VI.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 209
VI.3. MÉTODO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. 216

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 246

VII.1. GENERALES 246

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 257

VIII.1. Pronóstico del escenario.....257

VIII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....261

VIII.3. CONCLUSIONES.....261

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 263

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Armonía Eco-Residencial Sustentable.

I.1.2. Ubicación del proyecto

Lote 018 del predio rústico denominado “Los Castillos”, Carretera Federal 307 en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Al ser un proyecto del sector inmobiliario y de vivienda, por su naturaleza intrínseca y teniendo mantenimiento adecuado, se estima que el proyecto tendrá una vida útil de 99 años, dividido de la siguiente manera:

- Etapa de preparación del sitio y construcción: 3 años
- Etapa de operación: 99 años

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Residencial los Castillo, S.A. de C.V. (Se anexa copia del acta constitutiva No. 142)

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

RCA0604264N8 (Se anexa cedula de identificación fiscal)

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Mario Alberto Loyo Sánchez apoderado legal de la empresa Residencial los Castillo, S.A. de C.V. (Mismo que acredita su personalidad mediante escritura pública No. 142, se anexa copia)

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

Avenida 10 Sur, Manzana 35, Lote 1, Plaza Paraíso, Interior C-3 Colonia Centro, Playa del Carmen, Quintana Roo C.P. 77710 Tel. 984 8731109

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

I.2.5.1. Nombre o razón social

Ing. Josefina Huguette Hernández Gómez
(UGA Soluciones Ambientales, S. A. de C.V.)

I.2.5.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.2.5.3. Cédula profesional

1098048

1.2.5.5 Domicilio para oír y/o recibir notificaciones.

Av. Acanceh, Plaza Terraviva, Mza 2, Lote 3, Piso 3, Sm 11, Cancún, Q Roo. C.P. 77504

1.2.5.6 Teléfono

(998) 5001890

1.2.5.7 Celular

[redacted]

1.2.5.8 Correo electrónico

info@ugasa.mx

1.2.5.9 Pagina web

www.ugasa.mx

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

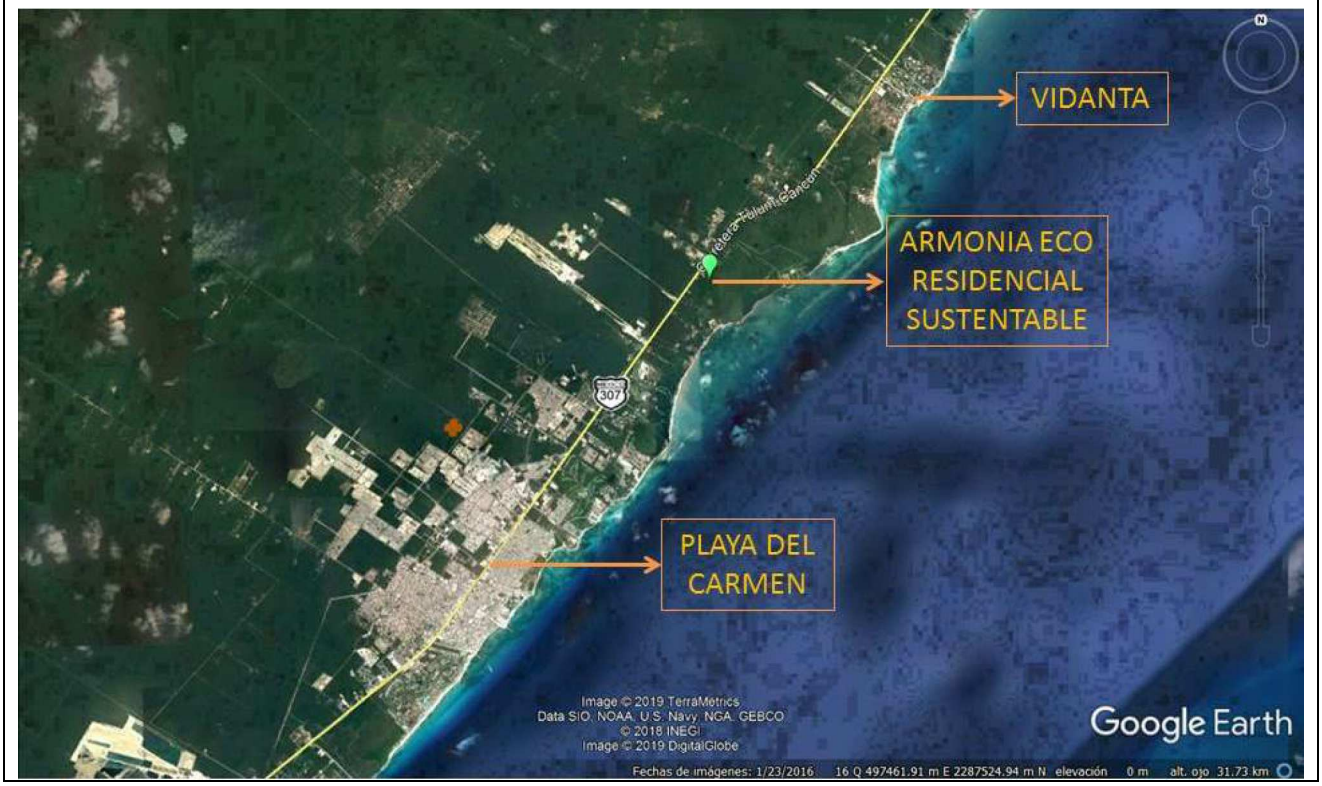
El proyecto Armonía Eco-Residencial Sustentable es del sector vivienda, considerando la urbanización de 97 lotes distribuidos en los siguientes tipos: unifamiliar, condominal, comerciales mixto y equipamiento, considerandos para la construcción de 420 viviendas. Los lotes para equipamiento incluyen espacios deportivos y de servicios.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

El sitio de esta actuación se ubica en el lote 018 del predio rústico denominado “Los Castillos”, carretera federal 307 en el municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo, en un predio de 35.76 hectáreas (se subdividirá en 97 lotes), donde se pretende modificar el 34.94% del terreno y dejar bajo conservación el 65.06%. Siendo totalmente congruentes con la autorización de cambio de uso de suelo que la misma SEMARNAT otorgo, y que se mencionara más adelante.

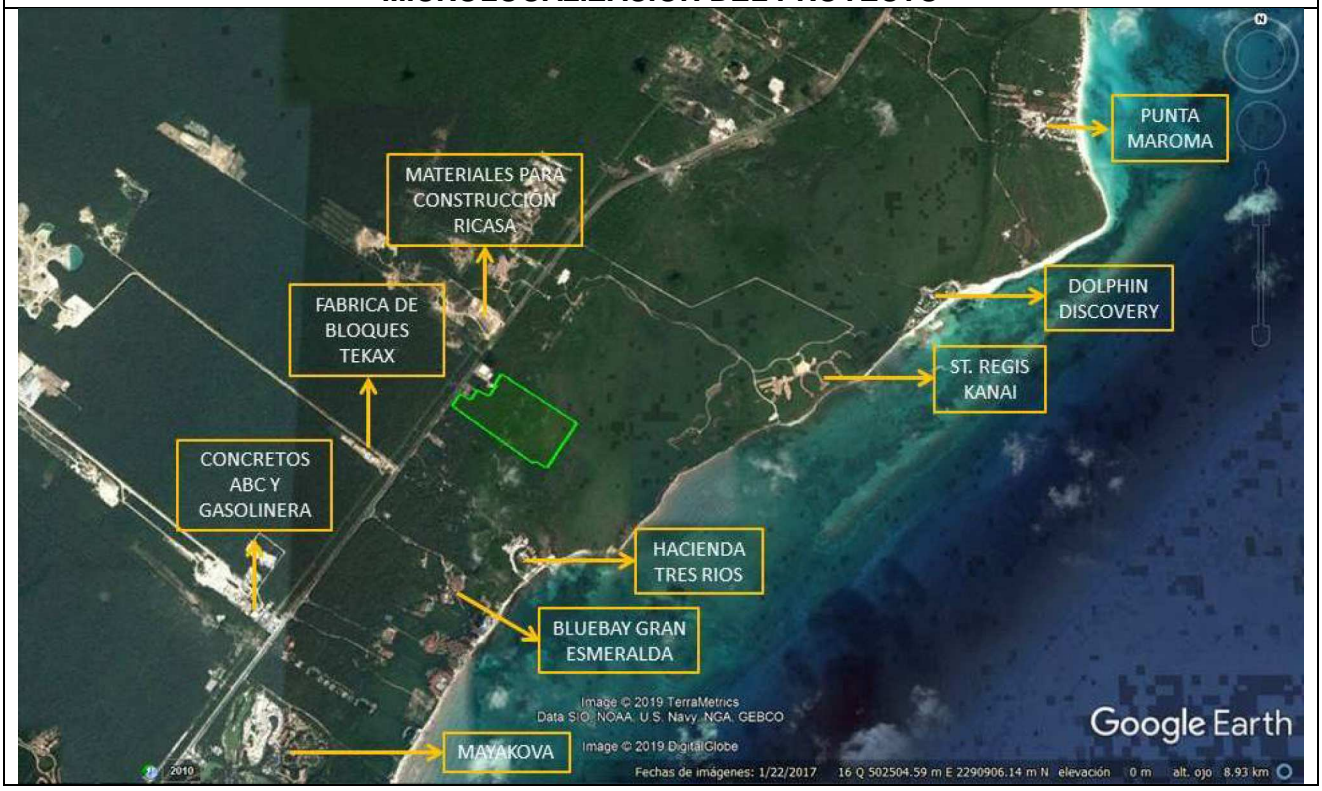
Si tomamos en cuenta una macro localización el proyecto se ubica entre el desarrollo “Vidanta” y la ciudad de Playa del Carmen

MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Si consideramos una micro localización y diversos puntos de referencia, encontramos sobre el lado del mar diversos desarrollos hoteleros e inmobiliarios y cruzando la carretera diversos sitios de materiales de construcción.

MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



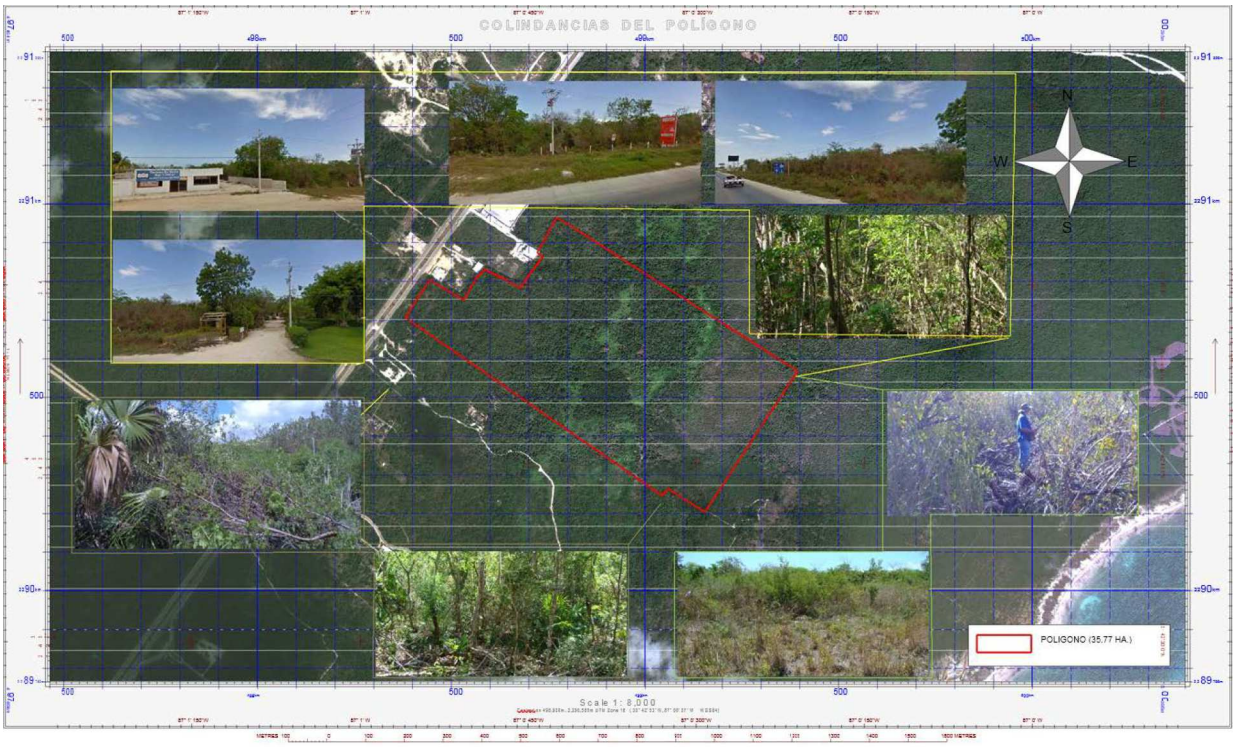
Las colindancias del predio son las siguientes: al Norte, colinda con predios de propiedad privada el Pedregal y el Manguito; al Sur colinda con tres terrenos (María Teresa, El Garceño y el Manguito); al Este colinda con el predio el Garceño y al Oeste carretera federal y con el predio el Manguito y con el traspatio de la lavandería industrial.

Orientación	Descripción
AL NORTE	En tres líneas rectas 738.50 m, colindando con Pedregal más 100.29 m, colindando con El Manguito f-1 más 100.10 m, colindando con Predio el Manguito f-3.
AL SUR	En tres líneas rectas 807.79 m, colindando con Predio María Teresa, más 111.51m colindando con El Garceño f-3, más 18.24 m, colindando con Predio el Manguito f-1.
AL ESTE	En dos líneas rectas 434.94 m, más 21.89 m colindando con El Garceño f-3.
AL OESTE	En línea recta 115.74 m, colindando con Carretera Federal 307, más 69.88 m colindando con Predio El Manguito f-3 más 27.28 m colindando con Predio El Manguito f-2 más 100.03 m colindando con El Predio El Manguito f-1 más 105.50 m colindando con Predio km 57.

Las coordenadas geográficas de los vértices que forman el polígono del predio se presentan en el cuadro de construcción siguiente:

C U A D R O D E C O N S T R U C C I Ó N						
LA	**DO**	**RUMBO**	**DISTANCIA**	**V**	**C O O R D E N A D A S**	
EST	**PV**				**Y**	**X**
				1	2.290.871.8500	498.725.0100
1	2	N 29°35’16.52” E	105.497	2	2.290.963.5900	498.777.1000
2	3	S 57°12’29.29” E	738.494	3	2.290.563.6300	499.397.9100
3	4	S 33°37’11.71” W	434.944	4	2.290.201.4400	499.157.0900
4	5	N 58°52’33.13” W	111.512	5	2.290.259.0800	499.061.6300
5	6	S 41°16’37.33” W	21.889	6	2.290.242.6300	499.047.1900
6	7	N 54°57’44.66” W	104.021	7	2.290.302.3500	498.962.0200
7	8	N 55°00’25.43” W	256.035	8	2.290.449.1800	498.752.2700
8	9	N 55°20’53.74” W	81.799	9	2.290.495.6900	498.684.9800
9	10	N 55°16’01.10” W	123.422	10	2.290.566.0100	498.583.5500
10	11	N 55°31’00.15” W	43.274	11	2.290.590.5100	498.547.8800
11	12	N 54°47’30.18” W	94.632	12	2.290.645.0700	498.470.5600
12	13	N 54°46’48.14” W	104.609	13	2.290.705.4000	498.385.1000
13	14	N 33°57’52.83” E	115.737	14	2.290,801.3900	498.449.7600
14	15	S 59°26’08.81” E	100.098	15	2.290.750.4900	498.535.9500
15	16	N 30°24’50.41” E	69.887	16	2.290.810.7600	498.571.3300
16	17	N 50°49’54.37” E	27.280	17	2.290.827,9900	498.592 4800
17	18	S 62°43’28.79” E	100.291	18	2.290.782.0300	498.681.6200
18	19	N 36°15’41.53” E	100.022	19	2.290.862.6800	498.740.7800
19	1	N 59°49’21.69” W	18.242	1	2.290.871,8500	498.725.0100
SUPERFICIE = 357,652.00 m^2						

La siguiente imagen muestra la localización, los vértices y aspectos de las colindancias del polígono predial:



Es importante mencionar que al frente de una parte importante del predio para el proyecto se encuentran diversas obras y construcciones, y muy cerca sobre la costa se tienen diversos desarrollos hoteleros.

II.1.2.1 Detalles de la lotificación y usos

De un total de 357,652 m^2 la modificación del suelo que se pretende corresponde al 34.94% de la superficie del predio o su equivalente que es 124,950.04 m^2, dejando el 65.06% o su equivalente de 232,701.96 m^2 de conservación.

Es muy importante destacar que el sembrado del proyecto se realizó considerando los distintos tipos de vegetación del predio, para afectar lo menos posible.

Las siguientes tablas resumen los usos de suelo que se pretenden, así como las superficies de modificación del suelo, aprovechamiento y conservación propuestos.

USO	Lotes	Aprovechamiento (m^2)	Conservación (m^2)	Total (m^2)
Unifamiliar	44	35,947.73	0	35,947.73
Condominal	36	45,248.29	0	45,248.29
Comercial mixto	9	12,043.04	0	12,043.04
Conservación en su estado natural		0	232,701.96	232,701.96
Equipamiento	8	7,501.08	0	7,501.08
Vialidades		24,209.90	0	24,209.90
TOTAL	**97**	**124,950.04**	**232,701.96**	**357,652.00**
PORCENTAJE		**34.94%**	**65.06%**	**100.00%**

El proyecto cuyo impacto ambiental se analiza, concebido bajo un esquema de administración condominal, implica la división para lotificación para obtener 97 lotes, distribuidos en tres usos de suelo predominantemente suburbanos, con una densidad de 420 residencias, distribuidas en una superficie total de 8.44 Ha. La siguiente tabla muestra la distribución antes mencionada.

Uso	Lotes	Densidad	Modificación del suelo (m^2)
Unifamiliar	44	44	**35,947.73**
Condominal	36	303	**45,248.29**
Comercial Mixto	**9**	73	**12,043.04**
Subtotal	**89**	**420**	**93,239.06**

El proyecto, también integra 8 lotes para equipamiento urbano distribuidos en el predio, donde se incluirán en un futuro las obras destinadas al abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales (en su momento se someterán a la evaluación de impacto ambiental correspondientes), así como cisterna de almacenamiento de agua potable, área de servicios y mantenimiento, espacios deportivos, subestación eléctrica entre otros, y los que abarcan un total de 7,501.08 m^2.

La configuración del conjunto se desarrolla a través de una vialidad principal que tiene un ancho de 24.00 m. de alineamiento con los lotes destinando 1.80 m. de cada lado, en guarnición, banqueta y ciclovía, 1.50 m. de cada lado para área verde, 13.20 m. para el arroyo vehicular y 4.20 m. de área verde y ajardinada en donde se preserva la flora significativa existente (camellón) esta vialidad corre de oeste a este atravesando el predio; las calles secundarias con un ancho de

12.00 m. medidos de alineamiento a alineamiento de lotes, con 1.80 m. de ciclovía, 1.20 m de banqueta con guarnición de 1.50 m de cada lado para área verde y un arroyo vehicular de 6.00 m formando calles cerradas. Las calles terciarias son aquellas con poco tránsito. Tendrán un ancho de 9.00 m medidos de alineamiento a alineamiento de los lotes, con 1.80 m. de ciclovía, 1.20 de área verde y 6.00 de arroyo vehicular son, también, calles cerradas. La superficie total de las vialidades es de 24,209.90 m^2, los lotes se distribuyen en torno de las vialidades secundarias que permiten el acceso a las diferentes zonas y elementos proyectados.

Como se observa en la tabla de usos, el proyecto propuesto incluye un área de 232,701.96 m^2 de conservación en donde se tienen bajos inundables y manglar.

Bajo este esquema de desarrollo, el proyecto propuesto consolidará el potencial residencial condominal, que otorgan los usos del suelo suburbanos y comercial derivados del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad, considerando, como eje rector, la conservación de elementos vulnerables que existen en el predio.

RESUMEN DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS DEL CONDOMINIO				
UNIDAD	**USO**	**SUPERFICIE**	**DENSIDAD PERMISIBLE**	**COS**
		M2	**VIVIENDAS**	**%**
001	COMERCIAL MIXTO	874.39	0	0.45
002	COMERCIAL MIXTO	2100.96	15	0.45
003	COMERCIAL MIXTO	2164.96	15	0.45
004	COMERCIAL MIXTO	1479.11	11	0.45
005	COMERCIAL MIXTO	1074.96	8	0.45
006	COMERCIAL MIXTO	1141.49	8	0.45
007	COMERCIAL MIXTO	1515.05	8	0.45
008	COMERCIAL MIXTO	885.90	4	0.45
009	COMERCIAL MIXTO	806.22	4	0.45
010	CONDOMINALES	1591.07	11	0.40
011	CONDOMINALES	804.61	5	0.40
012	CONDOMINALES	4467.93	38	0.40
013	CONDOMINALES	801.80	4	0.40
014	CONDOMINALES	1500.03	9	0.40
015	CONDOMINALES	846.84	4	0.40
016	CONDOMINALES	820.57	4	0.40

017	CONDOMINALES	801.58	4	0.40
018	CONDOMINALES	3438.40	22	0.40
019	CONDOMINALES	2731.68	21	0.40
020	CONDOMINALES	1463.96	10	0.40
021	CONDOMINALES	1472.97	10	0.40
022	CONDOMINALES	801.31	5	0.40
023	CONDOMINALES	914.56	6	0.40
024	CONDOMINALES	1410.38	10	0.40
025	CONDOMINALES	897.22	5	0.40
026	CONDOMINALES	1045.42	7	0.40
027	CONDOMINALES	836.80	5	0.40
028	CONDOMINALES	823.36	4	0.40
029	CONDOMINALES	805.92	4	0.40
030	CONDOMINALES	803.18	4	0.40
031	CONDOMINALES	801.25	6	0.40
032	CONDOMINALES	801.58	6	0.40
033	CONDOMINALES	801.32	4	0.40
034	CONDOMINALES	833.46	5	0.40
035	CONDOMINALES	885.64	5	0.40
036	CONDOMINALES	801.22	4	0.40
037	CONDOMINALES	801.00	3	0.40
038	CONDOMINALES	1430.46	12	0.40
039	CONDOMINALES	2492.70	18	0.40
040	CONDOMINALES	870.22	6	0.40
041	CONDOMINALES	891.46	7	0.40
042	CONDOMINALES	1135.39	9	0.40
043	CONDOMINALES	1544.15	14	0.40
044	CONDOMINALES	836.35	6	0.40
045	CONDOMINALES	1242.51	6	0.40
046	EQUIPAMIENTO	619.75	0	1.00
047	EQUIPAMIENTO	1680.97	0	1.00
048	EQUIPAMIENTO	271.08	0	1.00
049	EQUIPAMIENTO	1339.48	0	1.00
050	EQUIPAMIENTO	1076.78	0	1.00
051	EQUIPAMIENTO	1163.60	0	1.00
052	EQUIPAMIENTO	246.54	0	1.00
053	EQUIPAMIENTO	1102.88	0	1.00
054	UNIFAMILIARES	801.38	1	0.30

055	UNIFAMILIARES	804.68	1	0.30
056	UNIFAMILIARES	808.67	1	0.30
057	UNIFAMILIARES	819.57	1	0.30
058	UNIFAMILIARES	811.32	1	0.30
059	UNIFAMILIARES	890.41	1	0.30
060	UNIFAMILIARES	801.88	1	0.30
061	UNIFAMILIARES	800.86	1	0.30
062	UNIFAMILIARES	847.74	1	0.30
063	UNIFAMILIARES	817.79	1	0.30
064	UNIFAMILIARES	801.94	1	0.30
065	UNIFAMILIARES	841.43	1	0.30
066	UNIFAMILIARES	850.30	1	0.30
067	UNIFAMILIARES	826.28	1	0.30
068	UNIFAMILIARES	822.65	1	0.30
069	UNIFAMILIARES	817.81	1	0.30
070	UNIFAMILIARES	804.88	1	0.30
071	UNIFAMILIARES	803.07	1	0.30
072	UNIFAMILIARES	802.31	1	0.30
073	UNIFAMILIARES	838.55	1	0.30
074	UNIFAMILIARES	871.69	1	0.30
075	UNIFAMILIARES	801.80	1	0.30
076	UNIFAMILIARES	800.83	1	0.30
077	UNIFAMILIARES	801.77	1	0.30
078	UNIFAMILIARES	800.51	1	0.30
079	UNIFAMILIARES	827.77	1	0.30
080	UNIFAMILIARES	800.58	1	0.30
081	UNIFAMILIARES	800.22	1	0.30
082	UNIFAMILIARES	800.97	1	0.30
083	UNIFAMILIARES	809.82	1	0.30
084	UNIFAMILIARES	802.50	1	0.30
085	UNIFAMILIARES	800.27	1	0.30
086	UNIFAMILIARES	828.41	1	0.30
087	UNIFAMILIARES	804.05	1	0.30
088	UNIFAMILIARES	843.11	1	0.30
089	UNIFAMILIARES	815.42	1	0.30
090	UNIFAMILIARES	801.27	1	0.30
091	UNIFAMILIARES	823.91	1	0.30
092	UNIFAMILIARES	800.14	1	0.30

093	UNIFAMILIARES	800.50	1	0.30
094	UNIFAMILIARES	804.18	1	0.30
095	UNIFAMILIARES	804.13	1	0.30
096	UNIFAMILIARES	867.02	1	0.30
097	UNIFAMILIARES	823.34	1	0.30
	TOTALES	**100,740.15**	**420**	

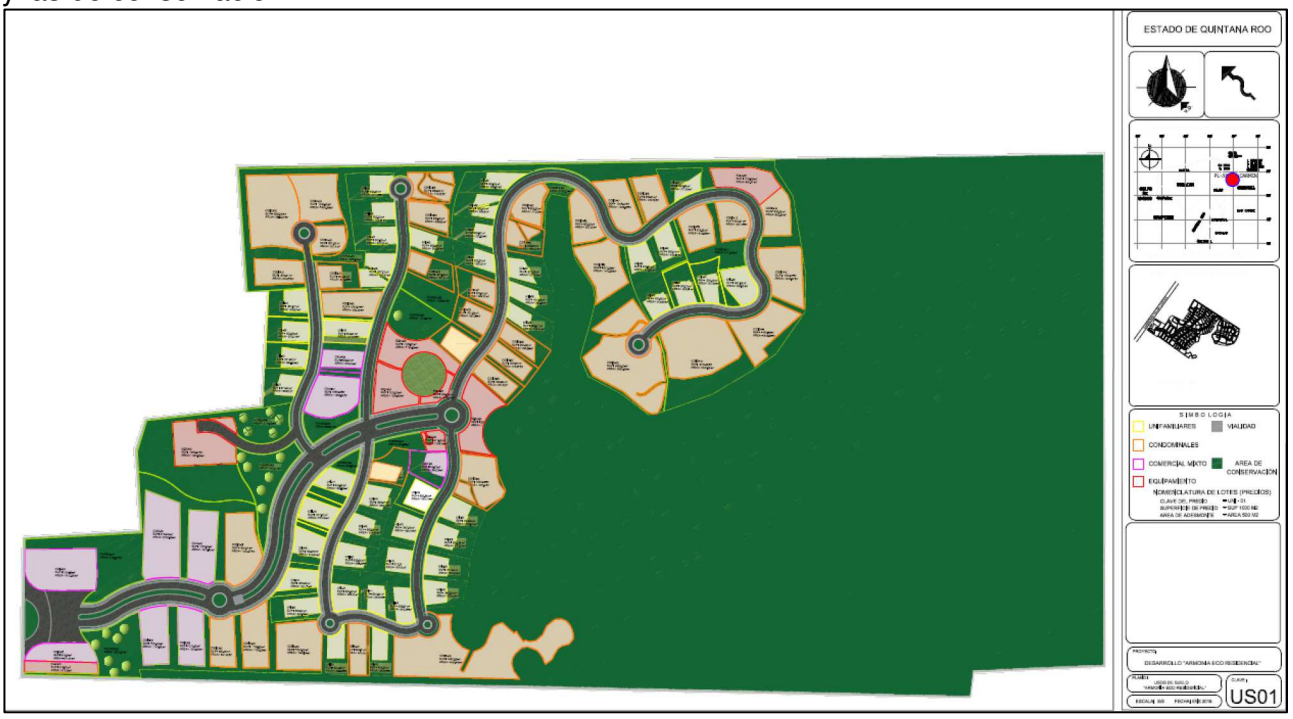
Cuadro Resumen de áreas de construcción y conservación

CONCEPTO	SUPERFICIE m^2	% DEL TOTAL
Área de aprovechamiento	124,950.04	34.94
Área de conservación en su estado natural	232,701.96	65.06
TOTAL	**357,652.00**	**100**

De manera tal que el 65% de todo el predio del proyecto será destinado a conservación, y únicamente el 35% de aprovechamiento. Y acorde con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales aprobada por la SEMARNAT.

Es muy importante resaltar que no toda la superficie de aprovechamiento será desmontada ya que se tendrán dentro de los lotes arbolados en pie que mantendrán sus condiciones naturales.

La siguiente imagen muestra la ocupación proyectada. Se exponen las áreas de aprovechamiento y las de conservación:



La huella de conjunto que se expone en los mapas anteriores muestra la maximización de las superficies de conservación en el predio la cual considera, de inicio, conectores de vegetación bajo conservación ubicados en las colindancias de los lotes y en las escorrentías los que han de funcionar como pasos, sitios de anidación y refugio para la fauna silvestre.

Considerando las áreas de aprovechamiento y el que se dejará la vegetación natural en parte de cada uno de los lotes, tenemos como resultado que se desmontará en términos reales un total de 10.03 hectáreas, por debajo de las 11.12 hectáreas autorizadas a retirar.

De acuerdo con lo expuesto, se está en posibilidad de determinar que el proyecto residencial en condominio que aquí se presenta es legalmente concordante y congruente en función del espacio aprovechable que utiliza y conforme a las características naturales del sitio.

Actualmente el espacio tiene un uso forestal de acuerdo con la cubierta vegetal que presenta que corresponde a selva baja subcaducifolia en 5.51 Ha, selva baja de transición en 13.24 Ha, bajos inundables con mangle rojo corresponden a 3.43 Ha, y manglar en 13.59 Ha.

II.1.3. Inversión requerida

Las obras y actividades requeridas para la preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto tienen un costo estimado de $6,000,000 USD (seis millones de dólares americanos), lo cual, considerando un tipo de cambio de $ 19.47 Pesos por Dólar (24 de septiembre de 2019), equivale a $ 116,820,000 M.N.(Ciento dieciséis millones ochocientos veinte mil pesos mexicanos).

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

El área en la que se localiza el predio, a 8 Km al norte de Playa del Carmen, puede definirse como un sitio urbanizado cuya infraestructura mejora día con día. La colindancia al Oeste con la Carretera Federal 307 favorece la extensión de los servicios y la existencia de un tendido eléctrico con carga, a cargo de la Comisión Federal de Electricidad hace viables las conexiones. También existe la dotación de servicios de voz, datos, televisión satelital y gas LP. No obstante, para alcanzar cada lote al interior de la propiedad, se hace necesario construir los fundamentos subterráneos que alojarán las líneas para estos servicios.

Vialidades. La vía de acceso principal al sitio del proyecto es por la Carretera Federal 307, Chetumal-Puerto Juárez con acceso al predio de interés.

Agua potable. Para dotar del servicio de agua potable al desarrollo Armonía Eco Residencial se pretende realizar la conexión de una planta potabilizadora por parte del desarrollador mismo que se abastecerá de una fuente de extracción propia. Dicha fuente será de un pozo de extracción el cual cumple con los requerimientos de la CONAGUA; dicha fuente de abastecimiento estará localizada en la entrada al desarrollo dentro del predio de uso “Equipamiento” así como también el sistema de potabilización. Desde dicho punto, se abastecerán a los usuarios mediante una red tipo abierta de agua potable la cual provendrá desde el punto de extracción como primer paso, que pasará a su tratamiento de potabilización correspondiente dado por el desarrollador el cual

verterá a un tanque cisterna, y desde este punto será abastecida la red del desarrollo misma que permite tener las presiones necesarias. La red para este proyecto se propone con diámetros de 3, 4, 6 Y 8 pulgadas cumpliendo las normas NMX establecidas por la CONAGUA.

Drenaje sanitario. Las descargas de aguas servidas se conducirán a través de una red hidrosanitaria subterránea. Las descargas serán conducidas por gravedad y otras hacia cárcamos de bombeo desde donde el fluido será presurizado para alcanzar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con la que contará el proyecto y la cual se ubicará al noroeste del predio aproximadamente a 500 metros de distancia de la planta potabilizadora. Por la naturaleza del proyecto las aguas residuales serán únicamente de tipo doméstico es decir que serán aquellas servidas de las residencias y comercios por lo que no presentarán residuos industriales. Las aguas tratadas servirán para riego de áreas verdes. Para poder perforar los pozos y realizar las descargas se realizarán los trámites conducentes en concordancia con las normas oficiales mexicanas aplicables y bajo las regulaciones correspondientes aplicadas por la CONAGUA.

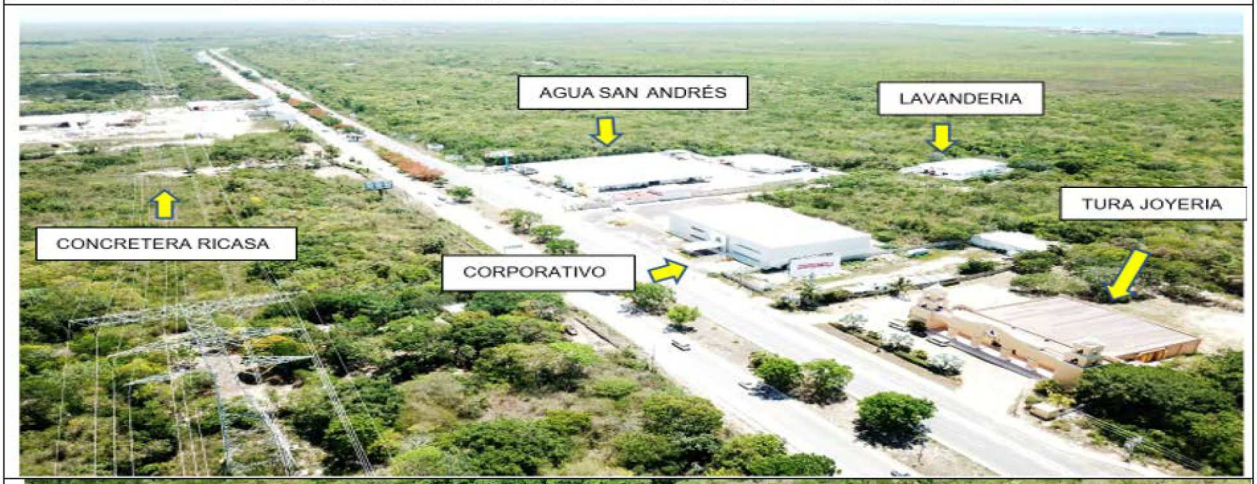
Escurrimientos pluviales. El proyecto no prevé la acción de canalizar las aguas pluviales. En cuanto a las vialidades estás serán construidas con sistemas permeables evitando la conducción de aguas de lluvia. Únicamente se realizarán pozos de absorción en puntos específicos y en caso de que se creen encharcamientos. De esta forma no se alteran los escurrimientos naturales y en las vialidades en las que se intercepten escorrentías se construirán pasos de agua para evitar su obstrucción. Se considera que la permeabilidad total del terreno se establece en el 66.45% de la propiedad lo cual permite el traslado del agua pluvial al freático somero y, como se indicó arriba, siendo asistida, en sitios específicos, por pozos de absorción. Este proceso implica que, en ningún momento, el agua pluvial tiene contacto o posibilidad de este con aguas servidas que se encuentran confinadas en tuberías, cárcamos y la PTAR. Los 34 pozos de absorción considerados se ubicarán de acuerdo con los resultados del estudio geohidrológico que se realizó exprofeso para este proyecto, para mayor eficiencia en su captación, el modelo del pozo de visita propuesto tendrá hasta una profundidad de 30 metros para no poner en riesgo la estabilidad de los acuíferos de agua dulce. El diseño incluye la Captura de azolves y grasas, con filtro de operación automática y mínimo mantenimiento.

Energía eléctrica. La dotación de energía eléctrica es factible y será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La acometida se hará en el acceso y, de ahí será conducida de manera subterránea permitiendo una imagen urbana limpia y sin peligro de daños en caso de huracán. Las luminarias para las vialidades serán alimentadas con paneles solares, tendrán baterías autónomas y lámparas de alta eficiencia en base a Leds utilizando tan solo 48 W por luminaria.

Recolección de basura. El servicio de recolección de basura municipal existe para la zona y estará cargo de la autoridad competente. Se contará con un programa integral de reducción y manejo de residuos.

En las inmediaciones del proyecto se encuentra una actividad económica importante, del sector hotelero y de servicios (Tres Ríos), oficinas, centro joyero, distribuidora de agua (San Andrés), lavandería y una concretera (Ricasa).

ACTIVIDADES EN LA PERIFERIA DEL PROYECTO



Imágenes: Dron propio, 15/07/19.

II.1.5 Situación Legal Actual

Para demostrar la figura legal de la sociedad y la propiedad del predio del proyecto, a continuación, se hace referencia a los distintos instrumentos legales con los que se cuenta:

II.1.5.1 Escrituras

1. Escritura Pública No 142 Volumen 1 Tomo B, de la Notaria Pública No. 42 del estado de Quintana Roo, en la cual el licenciado Mario Alberto Loyo Sánchez y el ingeniero José Eduardo González Manzano formalizaron la Sociedad Anónima de Capital Variable denominada “Residencial Los Castillos”. Con fecha de 26 de abril de 2006, debidamente inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio, Delegación Playa del Carmen, Quintana Roo, pasada ante la fe del licenciado Carlos Humberto Pereira Vázquez.

2. Escritura Pública número 595 de fecha de 14 de julio de 2006, pasada ante la fe del licenciado Marco Antonio Traconiz Várguez, Notario Público Suplente de la Notaria Pública número 14 del Estado de Quintana Roo, relativa al Contrato de Compraventa con Reserva de Dominio que celebran por una parte la señora Irma Amparo Navarro Ríos, por su propio y personal derecho como "La Parte Vendedora" y por la otra parte la Sociedad denominada "Residencial Los Castillos, S.A de C.V.", representada por los señores Mario Alberto Loyo Sánchez y José Eduardo González Manzano, en sus caracteres de Administrador Único y Apoderado Legal, respectivamente, como "La Parte Compradora", respecto del predio denominado "Los Castillos", ubicado en el Kilómetro 57, Zona Costera, Municipio de Cozumel, (Hoy Solidaridad), Estado de Quintana Roo, que según deslinde descrito en el expediente y acuerdo de titulación resulto con una superficie de treinta y cinco hectáreas, quince áreas, cero centiáreas.

3. Escritura Pública número 457 de fecha 16 de abril de 2007, pasada ante la fe del licenciado Carlos Humberto Pereira Vázquez, Notario Público Número 42 del Estado de Quintana Roo, relativa a la certificación de medidas y colindancias del predio denominado "Los Castillos", ubicado en el Kilómetro 57, zona costera, Municipio de Cozumel (Hoy Solidaridad), Estado de Quintana Roo, que según deslinde descrito en el expediente y acuerdo de titulación resulto con una superficie de treinta y cinco hectáreas, quince áreas, cero centiáreas, para quedar como sigue: Lote 018, del predio rústico denominado "Los Castillos", ubicado en la carretera federal 307 en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con una superficie total de 357,652 metros cuadrados.

4. Escritura Pública número 612 de fecha 10 de octubre de 2007, pasada ante la fe del licenciado Carlos Humberto Pereira Vázquez, Notario Público Número 42 del Estado de Quintana Roo, debidamente inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio, Delegación de Playa del Carmen, Quintana Roo, relativa a la Cancelación de la Reserva de Dominio respecto del predio denominado: "Lote 018, del predio rústico denominado "Los Castillos" ubicado en la carretera federal 307, en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con una superficie total de 357,652 metros cuadrados".

II.1.5.2 Autorización SEMARNAT Cambio de Uso de Suelo

La Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, mediante oficio No. 03/ARRN/0062/13-0107, de fecha 15 de enero de 2013, autorizo la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

Esa misma Delegación Federal otorga una ampliación de plazo para llevar a cabo este cambio de uso de suelo, mediante el Oficio No. 03/ARRN/2259/17 005836 de fecha 11 de diciembre de 2017, prorrogable a 5 años más, venciéndose este plazo el 18 de enero del 2023.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto implica la construcción de vialidades, urbanización para servicios, lotificación residencial, de equipamiento y comercial, una planta de tratamiento de aguas residuales, delimitación y conservación de áreas naturales y jardinería.

Acceso con caseta y oficina de ventas. El proyecto pretende la construcción del acceso principal con caseta de vigilancia y la oficina de ventas, obras que forman parte del condominio y las que se encuentran dentro del total de las áreas de aprovechamiento, para la caseta se requieren de 47.72 m^2 y para la oficina de ventas 42 m^2 (la oficina de ventas se encontrará localizada en un lote con uso de suelo Mixto comercial).

Áreas comerciales. El proyecto considera, además de los lotes residenciales, la construcción de 9 lotes en uso comercial mixto sobre la cual se pretenden departamentos. Todo ello con una superficie total de 12,043.04 m^2.

Vialidades y accesos: El proyecto contempla un sistema de vialidades internas que parte del acceso principal al condominio residencial. La configuración del conjunto de calles se desarrolla a través de una vialidad principal, que mide con un ancho de 24.00 m. de alineamiento de lotes; destinando 1.80 m. de cada lado en guarnición, banqueta y ciclovía, 1.50 m. de cada lado para área verde, 13.20 m. para el arroyo vehicular y 4.20 m, de área verde ajardinada con especies locales en el camellón. Esta vialidad corre de oeste a este atravesando el predio; las calles secundarias con un ancho de 12.00 m. medidos de alineamiento a alineamiento de lotes, con 1.80 m. de ciclovía, 1.20 m de banqueta y guarnición, 1.50 m de cada lado para área verde ajardinada con árboles locales y un arroyo vehicular de 6.00 m., estas calles son cerradas; La calles terciarias, de poco tránsito, tendrán un ancho de 9.00 m medidos de alineamiento a alineamiento de lotes, con 1.80 m. de ciclovía, 1.20 de área verde con vegetación nativa y 6.00 de arroyo vehicular son calles cerradas. La superficie total de las vialidades es de 24,209.90 m^2, los lotes se distribuyen en torno de las vialidades secundarias que permiten el acceso a las diferentes zonas proyectadas.

Áreas naturales: Las superficies determinadas de conservación son espacios naturales que mantienen por ello la estructura y la composición de la vegetación original. Éstas implican una superficie **sin** modificación de 232,701.96 m^2. Estos espacios se distribuyen en el condominio dando prioridad, por su importancia para la conservación, la zona topográficamente más baja del predio hacia el este-sureste que corresponde a la zona con manglar que, además, se encuentra legalmente protegido por lo que ninguna obra incide sobre este espacio.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR): Considerada dentro del lote denominado como E-02 y el que cuenta con una superficie de 1,680.97 m^2 dentro de los que se pretende construir y operar la PTAR y otros servicios asociados al proyecto. Esta infraestructura se localizará en el extremo Norte del predio, a una distancia considerable de 500 metros del pozo de extracción en donde se ubicará la planta potabilizadora.

El sistema considerado es de tipo municipal que se ha calculado bajo un gasto de 5.67 l/s y la capacidad del desarrollo es calculado para 1,890 habitantes considerando 4.5 habitantes por casa. El efluente tratado que se descarga para ser utilizado para riego se implanta bajo las directrices técnicas de la NOM-003-SEMARNAT-97 ("*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público*" como lo es el riego de jardines. De esta forma el excedente puede ser inyectado, también, a pozo profundo en las características exigidas por las especificaciones de la NOM-SEMARNAT-001-1996 ("*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales").*

El tratamiento del agua estará compuesto por una sección biológica SBR (Reactor Biológico Secuencial), aeración extendida y tratamiento terciario (microfiltración).

II.2.1. Programa general de trabajo

Así, de acuerdo con lo antes expuesto, se considera que, por su localización, por el espacio que ocupa, por las dimensiones y alcances de esta obra se espera concluirla y operarla en un lapso de tres años. Sin embargo, se solicita un plazo de tres años para la etapa de preparación de sitio y construcción de las obras y 99 años para operación, a fin de estar en posibilidad de enfrentar cualquier situación o contratiempo.

ACTIVIDADES	PRIMER AÑO (Cuiatrimestre)			SEGUNDO AÑO (Cuiatrimestre)			TERCER AÑO (Cuiatrimestre)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Rescate de vegetación	X	X		X					
Despalme y desmonte	X	X							
Nivelación y cimentación	X	X	X						
Construcción		X	X	X		X	X		
Albañilería		X	X	X		X	X		
Acabados				X	X	X			X
Equipamiento			X	X	X			X	
Instalación de equipo			X	X	X	X			
Accesos	X	X	X	X	X	X			

II.2.2. Etapa de Preparación del sitio y construcción

La preparación del sitio para el proyecto consistirá, de inicio, en la delimitación de los espacios de intervención, el marcado y rescate de flora y fauna. Se continúa con el trazo de vialidades, lotes, y áreas de conservación para proceder con el desmonte y despalme. Una vez terminado lo anterior, se compacta el terreno, se forman las plataformas y se inicia la fase constructiva. Las acciones principales son las siguientes:

- Se delimitarán las áreas de desmonte y de conservación de manera que sean claramente diferenciadas.

- En las áreas de intervención se implementará un programa de selección y rescate de flora y fauna dando prioridad a los individuos de especies legalmente protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- En las áreas de intervención se realizará el rescate de fauna de lento desplazamiento. Los animales colectados serán ubicados en las áreas de conservación que considera el propio proyecto.

- La instalación de un vivero bajo dosel en las áreas de conservación permitirá acopiar y dar mantenimiento a los ejemplares rescatados.

- Se utilizará maquinaria como tractores y retroexcavadoras para los trabajos de desmonte y despalme los que actuarán exclusivamente en los sitios de intervención autorizados. Únicamente se aceptarán máquinas en óptimas condiciones mecánicas.

- Las superficies de desmonte y despalme corresponderán exclusivamente a aquéllas autorizadas por la SEMARNAT (Oficio No. 03/ARRN/0062/13 0107 de fecha 15 de enero de 2013, y ampliación del plazo No. 03/ARRN/2259/17 005836 del 11 de diciembre de 2017), sobre las que el proyecto considera el establecimiento de sus elementos constructivos (acceso y caseta principal, lotes, vialidades, banquetas, equipamiento, e instalaciones).

- Puesto que para el desarrollo proyectado es necesaria la realización de cortes y nivelación de terreno, se hará un movimiento de tierras dentro del predio. Los tramos faltantes, en caso de que existan y sea necesario, se nivelarán con material pétreo local comprado en establecimientos comerciales o en bancos de material autorizados.

- Las áreas construidas se harán con pendientes suaves que permitan el escurrimiento de las aguas pluviales a efecto de que éstas deriven finalmente sobre el terreno permeable para favorecer la infiltración natural al subsuelo. Únicamente se perforarán pozos de absorción en caso de que éstos sean necesarios y exclusivamente en puntos específicos donde su existencia esté justificada.

- En las zonas arboladas y ajardinadas el terreno absorberá y desaguará el agua de manera natural hacia el acuífero somero.

- Las excavaciones para zanja de servicios u otras se realizarán con maquinaria y terminadas a mano.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales

Casetas y área de mantenimiento: Se habilitarán caseta de vigilancia y caseta de obra para resguardo de los materiales y equipos. Todas estas instalaciones provisionales serán construidas con materiales recuperables que se desmontarán antes de la etapa de operación del proyecto.

Instalaciones sanitarias: Se instalarán sanitarios temporales con la utilización de biodigestor y/o sanitarios portátiles, uno por cada 25 trabajadores. Los sanitarios y sus instalaciones serán retirados antes de la etapa de operación del proyecto. Su mantenimiento será pactado, vía contrato, con una empresa especializada.

Bancos de material: Los materiales como arena, grava, cantera y mármoles serán adquiridos en locales comerciales especializados o de bancos de material autorizados.

Sitios para la disposición de residuos: Se destinará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos que se generen durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Además, se distribuirán contenedores en las áreas de mayor concentración de trabajadores para recolectar los residuos producidos cotidianamente por el personal. Para mantener la obra limpia se implementarán brigadas de aseo para mantener el sitio libre de desperdicios de obra y de restos producidos por las comidas de los trabajadores.

Comedores: Las áreas temporales de obra también alojarán los comedores del personal empleado durante las etapas de preparación y construcción. Igualmente se utilizarán elementos preconstruidos de fácil montaje y desmontaje. Estos comedores generalmente están montados con láminas y madera sobre un firme de cemento pobre.

A fin de no impactar áreas adicionales a las contempladas y autorizadas para este proyecto las instalaciones antes mencionadas se ubicarán dentro de áreas de desplante final y su ubicación se moverá conforme avancen las obras. Al terminar las etapas de obra, estas estructuras serán removidas en su totalidad.

II.2.4. Etapa de constructiva y requerimiento de personal e insumos

El proyecto incorpora al plan maestro los desniveles del terreno y la vegetación existente, de manera que se optimiza la conservación del espacio.

El sistema de construcción considerado es por albañilería tradicional. Los desplantes y formación de plataformas niveladas se harán con material local complementados con sascab. Los espesores serán variables y compactados al 95 % proctor. La oficina de ventas y caseta de acceso se desplantarán de una losa de cimentación construida en concreto armado, con malla electrosoldada y reforzada con bastones de varillas del # 3 y trabes armadas tipo Armex de acero de alta resistencia según el cálculo estructural.

Los muros serán a base de block de concreto hueco pegados con mortero cemento-polvo de piedra y reforzados con castillos de concreto tipo Armex de 12x12 cm y concreto fabricado en obra.

Manejo de maquinaria y equipo: para la construcción del proyecto se requiere de la contratación y uso de maquinaria, vehículos para transporte de materiales y equipo para las cimentaciones e instalaciones. Se exigirá al contratista que el equipo sea nuevo o se encuentre en óptimas condiciones mecánicas.

Instalación hidráulica: Desde la toma de agua potable, la cual según las necesidades del desarrollo tendrá un diámetro de 100 mm, se alimentará la red de distribución interna que ha de beneficiar a cada uno de los lotes proyectados para el condominio.

Aguas residuales: Las aguas servidas serán desalojadas de cada lote vía tubo hacia un ramal que las conducirá hacia los colectores o cárcamos de rebombeo. De ahí serán enviadas a la planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad 5.67 l/s. Que es suficiente para atender las residencias, comercios.

Instalaciones eléctricas: La acometida de la compañía suministradora se recibirá en una subestación eléctrica en 3 fases, 3 hilos y 23 KV. El cálculo y tendido subterráneo de cables queda a cargo de la Comisión Federal de Electricidad siendo esto su competencia. Cada usuario contratará el servicio medidor de manera individual.

TV, voz y datos: los servicios están disponibles en el sitio. Cada propietario determinará la compañía de su conveniencia. El plan maestro únicamente provee la infraestructura para el cableado subterráneo.

Durante la preparación y construcción del proyecto, serán generados residuos sólidos, líquidos y peligrosos que pudieran representar, eventualmente, riesgos potenciales de contaminación al suelo y manto freático ante la fortuita ocurrencia de malos manejos.

Con el fin de llevar al mínimo los riesgos anteriores, se contempla la utilización de fosas sépticas selladas, baños portátiles y contenedores especiales para la colocación temporal de residuos sólidos clasificados por tipo y clase.

Para el manejo de desechos sanitarios durante las etapas de preparación y construcción se utilizarán equipos sanitarios portátiles que se contratarán con una empresa especializada o bien

letrinas temporales con biodigestor. Las aguas residuales procedentes de oficinas serán conducidas a un biodigestor. Empresas acreditadas harán el mantenimiento correspondiente, así como el manejo y disposición final.

Las instalaciones hidráulicas serán a base de tubería de PVC que dirigirá las aguas servidas a colectores y cárcamo de rebombeo, desde donde serán dirigidas, por gravedad o de forma asistida, a la planta de tratamiento de aguas residuales. Cabe señalar que una vez tratada el agua se espera reciclarla para riego de áreas verdes, los excedentes se enviarán a pozos de rechazo, de acuerdo con la normatividad de la CNA.

Descargas de aguas residuales: Las aguas generadas durante la operación y mantenimiento del proyecto provendrán únicamente de los sanitarios, duchas y cocinas del condominio. No contendrán, en ninguna fase, restos industriales.

La instalación hidrosanitaria que el proyecto considera es una red interna y una planta de tratamiento de aguas residuales, planteada en función de las especificaciones, normas específicas y regulaciones de la CNA.

II.2.5. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA RED DE DRENAJE

II.2.5.1 DATOS DE PROYECTO

La población que será atendida corresponde a la población total obtenida considerando el número de viviendas, las áreas de donación y comerciales, datos que se muestran a continuación:

VIVIENDAS TOTALES: 420 VIV EQUIVALENTES

POBLACIÓN EQUIVALENTE DE VIVIENDAS: 1,890 habitantes

Densidad media	4.5 hab/vivienda
Dotación media	230 l/h/d
Aportación (75%)	172.5 lt/hab/día
Sistema	Separado
Fórmulas	Harmon, Manning
Eliminación	Gravedad y rebombeo.
Coeficiente de previsión	1.5
Longitud de la red:	2,042.77 m^2

Vertido	Cárcamo de aguas residuales
Tratamiento:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sistema SBR

Velocidades

Mínima	0.30 m/ seg.
Máxima	5.00 m/ seg.

II.2.5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

Aportación a la red de atarjeas

Conforme a la dotación fijada en el proyecto para el abastecimiento de agua potable para el presente desarrollo que fue de 230 lts/hab/día, la CONAGUA, tiene establecido como lineamiento técnico que la aportación a la red de atarjeas se considera un 75% de la dotación. Para el presente proyecto se fijó una aportación de 172.5 lts/hab/día correspondiendo al 75%; el 25% restante se considera que se pierde en fugas, riego de parques, jardines, etc.

Se estimó conveniente fijar un coeficiente de previsión de 1.5 para determinar el gasto máximo previsto de aguas negras, considerando el crecimiento que ha registrado la población debido al auge de la región en general.

Por otra parte, se cumple también con lo establecido en los Manuales Técnicos de la CONAGUA, para el gasto máximo instantáneo.

Vertido de aguas residuales

El gasto de aguas residuales originado en la zona de proyecto mencionada se conducirá hasta un colector existente mismo que llega a un cárcamo de rebombeo y se envía hasta una Planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final.

II.2.5.3 GASTOS DE PROYECTO

La cuantificación del gasto medio de aguas negras se hará en función de la población total que pueden albergar los polígonos que conforman la zona de proyecto para su saturación.

Gasto medio diario

La expresión para calcular el valor del gasto medio diario es:
Qmed = (Ap P) / 86,400

En la cual:
Ap = aportación de aguas negras en lt/hab/día
P = Población (habitantes totales o equivalentes en consumo)
Qmed = Gasto medio en lps

Aportación

La aportación de común acuerdo con el personal técnico de la C.A.P.A, se consideró igual al 75% de la dotación, tomando en cuenta que el 25% restante se componen por fugas en la red de distribución de agua potable y los desperdicios que, de esta, hacen los usuarios. En el proyecto de agua potable se adoptó una dotación de 230 l/h/d, la cual es suficiente para satisfacer las necesidades de la población. Tomando este dato, la aportación para la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario del presente, será igual a 172.5 lt/hab/día.

Gasto mínimo

En los proyecto generalmente se considera un gasto mínimo correspondiente al 50% del gasto medio; pero para hacer un estudio más riguroso, sobre todo en aquellos casos que se tengan pendientes muy pequeñas o muy grandes, se acepta como cuantificación práctica del gasto mínimo probable de aguas negras por conducir, la descarga de un excusado, que es de 1.5 lps, en la inteligencia de que además, se considera que el número de descargas simultaneas al alcantarillado, está de acuerdo, según el diámetro del conductor receptor. Para nuestro caso se ha evaluado conforme a la primera consideración y se ha tomado el cincuenta por ciento del gasto medio como gasto mínimo, sin embargo, se verificó que este gasto mínimo no fuera menor a 1.5 lps de acuerdo con lo que indica la tabla II y que corresponde a la descarga de un W.C.

Qmin = 0.5 Qmed

GASTO MÍNIMO DE AGUAS RESIDUALES

Diámetro (cm)		Inodoros de 16 litros		Inodoros de 8 o 6 litros	
		Aportación por descarga (L/s)	Gasto mínimo de aguas residuales (L/s)	Aportación por descarga (L/s)	Gasto mínimo de aguas residuales (L/s)
20	1	1.5	1.5	1.0	1.0
25	1	1.5	1.5	1.0	1.0
30	2	1.5	3.0	1.0	2.0
38	2	1.5	3.0	1.0	2.0
46	3	1.5	4.5	1.0	3.0
61	5	1.5	7.5	1.0	5.0
76	8	1.5	12.0	1.0	8.0
91	12	1.5	18.0	1.0	12.0

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro alcantarillado sanitario, C.N.A

Gasto máximo instantáneo

La estimación del gasto máximo instantáneo se hace afectando al gasto medio por un coeficiente "M", por lo que:

Qmax. Inst. = M Qmed.

$M = 1 + (14 / (4 + \sqrt{p}))$

En esta fórmula:

M = coeficiente de variación del gasto máximo de aguas negras con relación al medio.

p = población servida en miles de usuarios

En tramos con una población acumulada menor a 1,000 habitantes el coeficiente M es constante e igual a 3.8. Para una población acumulada mayor a 100,000, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.0, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente M se equipará con los coeficientes de variación del gasto que para la estimación del coeficiente de Harmon se considera CVd = 1.3 (valor medio entre 1.2 y 1.4) y CVh = 1.55, lo anterior implica que M = 1.30 (1.55) = 2.0.

Gasto máximo extraordinario

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos y su valor debe calcularse, multiplicando el gasto máximo instantáneo por el coeficiente de seguridad o previsión, es decir:

Qmax. Ext. = Cseg. Qmax. Inst.

Qmax. Ext. = 1.5 Qmax. Inst.

Coeficiente de previsión

Previniendo que el agua pluvial generada en el área domiciliaria se incorpore al sistema de alcantarillado sanitario, o bien que se tenga un incremento en las aguas negras por un crecimiento demográfico explosivo, el gasto máximo será afectado por un factor de seguridad que varía entre 1.00 y 2.00 tomando para este proyecto el valor medio igual a 1.5 de acuerdo con los criterios del organismo operador del sistema urbano de drenaje sanitario.

Cálculo de gastos de drenaje sanitario

De acuerdo con lo anterior, la cuantificación del gasto medio de aguas negras se realizó en función de la población servida y de la aportación de aguas negras para la zona de proyecto, siendo esta de 172.5 lt/hab/día.

Viviendas totales: 420 viv

Población de Viviendas: 1,890 habitantes

Población total incluyendo áreas de donación y comerciales: 2,366

Q Medio total de Aguas Residuales: 4.724 lps

Q. mín = Q med / 2 = 2.362 lps

Harmon = M= 3.527857431

Q. max. inst = M Q med = 16.667 lps

Q. max. prev = Q max inst x 1.5 = 25.0007 lps

II.2.5.4 DISEÑO HIDRÁULICO

Diámetro y pendiente

El diámetro de la tubería se seleccionó de manera que su capacidad es tal, que, a gasto máximo extraordinario, el agua escurre sin presión a tubo lleno y con un tirante para gasto mínimo que permite arrastrar las partículas sólidas en suspensión, debiendo como mínimo alcanzar este tirante el valor de un centímetro en casos excepcionales y en casos normales de 1.5 cm. Lo anterior se logra aplicando la fórmula de Manning para calcular la velocidad del agua en las tuberías cuando trabajen llenas, utilizando además las relaciones hidráulicas de los conductos, al operar parcialmente llenos.

La expresión algebraica de la fórmula de Manning es:

$$V = \frac{1}{n}\left(Rh^{2/3} S^{1/2} \right)$$

En la que:

V = Velocidad media de escurrimiento, en m/s
N = coeficiente de rugosidad de Manning
Rh = radio hidráulico, en m.
S = pendiente hidráulica del conducto, en decimal

El valor de "n" que se emplea en la fórmula anterior es de 0.009 para tubería de PVC, (de acuerdo con los lineamientos diseño de la CONAGUA para drenaje sanitario se utilizará PVC por su resistencia a la corrosión).

Las pendientes de las tuberías fueran semejantes a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta lo siguiente:

Velocidad mínima

La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo calculado. Adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendientes fuertes, y de 1.5 cm, en casos normales.

Velocidad máxima

La velocidad máxima permisible para los diferentes tipos de material se muestra en la siguiente tabla. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario calculado.

VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PERMISIBLES EN TUBERÍAS

Material de la tubería	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple	3	0.3
Concreto reforzado	3.5	0.3
Acero	5	0.3
Fibrocemento	5	0.3
Polietileno	5	0.3
Policloruro de vinilo (PVC)	5	0.3

Pendientes

Las pendientes de la tubería deberán seguir, hasta donde sea posible, el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos, y la ubicación y topografía de los lotes a los que se dará servicio. En los casos especiales en donde las pendientes del terreno sean muy grandes, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías de materiales que soporten velocidades altas de tal forma que se pueda tener, sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 5 m/s.

Los casos excepcionales se presentan cuando el terreno tiene pendientes muy fuertes o cuando este se encuentra totalmente plano.

El objeto de tomar en cuenta lo anterior, es evitar hasta donde sea posible la construcción de estructuras de caída que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción del gas hidrógeno sulfurado, que destruye el material del conducto y aumenta los malos olores de las aguas negras.

PENDIENTES MÍNIMAS POR TIPO DE TUBERÍA

Tipo de tubería, diámetro en cm, pendiente mínima en milésimas.										
Coeficiente de fricción =0.013			Coeficiente de fricción =0.014		Coeficiente de fricción =0.010			Coeficiente de fricción =0.009		
C.S. diámetro (cm)	C.R. diámetro (cm)	Pen. Min. (milési-mas)	AC. diámetro (cm)	Pen. Min. (milési-mas)	FC. diámetro (cm)	Pen. Min. (milési-mas)	PEAD diámetro (cm)	PVC (Métrico) diámetro (cm)	PVC (Inglés) diámetro (cm)	Pen. Min. (milési-mas)
15			17	5.0	15	3.0	15	16.0	15	2.5
20		4.0	22	4.0	20	2.0	20	20.0	20	2.0
25		2.5	27	3.0	25	1.5	25	25.0	25	1.5
30	30	2.0	32	2.5	30	1.5	30	31.5	30	1.0
38	38	1.5	36	2.0	35	1.0	35		37.5	0.7
			41	1.5	40	0.8	40	40.0		0.7
45	45	1.2	46	1.3	45	0.7	45		45	0.6
			51	1.1	50	0.6	50	50.0	52.5	0.5
							55			0.5
60	60	0.8	61	0.9	60	0.5	60	63.0	60	0.4
							65			0.4
							70			0.3
76	76	0.6			75	0.4	75			0.3
							80			0.3
							81			0.3
							85			0.3
	91	0.5			90	0.3	90			0.3
					100	0.3				
	107	0.4			110	0.3				
	122	0.3			120	0.2				
					130	0.2				
					140	0.2				
	152	0.3			150	0.2				
					160	0.2				
					170	0.2				
	183	0.2			180	0.2				
					190	0.1				
					200	0.1				
	213	0.2								
	244	0.2								
	305	0.1								

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro alcantarillado sanitario, CONAGUA
Notas: La pendiente mínima se calculó para una velocidad a tubo lleno de 5 m/s n de Manning para PVC = 0.009

Diámetro mínimo

La práctica en la conservación y operación de estos sistemas a través de los años ha demostrado que el diámetro mínimo que deben tener las tuberías de atarjeas, atendiendo a evitar las

frecuentes obstrucciones de ellas, es de 200 mm, sin embargo, solo en casos particulares se puede considerar como mínimo un diámetro de 300 mm, de acuerdo con la reglamentación local y las condiciones específicas del sitio.

Tirantes mínimos

Los tirantes mínimos que se permitió tengan el agua en las tuberías, al trasportar los gastos mínimos, tomando en cuenta que deben escurrir con velocidades efectivas mayores o cuando menos iguales a 30 cm/s son:

En el caso de pendientes mínimas debe ser igual o mayor a 1.5 cm.

En caso de pendientes máximas, el tirante debe ser siempre igual o mayor a 1.00 cm.

Diseño de la red de atarjeas

El proyecto de la red se determinó en base a la extensión y características topográficas de la zona de estudio y tiene como finalidad, evacuar las aguas negras para evitar la contaminación del subsuelo y las enfermedades hídricas (fiebre tifoidea, disentería, cólera, etc.).

El sistema consta líneas recolectoras de 200 y 254 mm, de PVC Sanitario de Junta Hermética que conducen hasta un pozo del colector diseñado para desalojar las aguas residuales de los barrios aledaños al y que conducirá las aguas residuales hasta el cárcamo del desarrollo como ya se mencionó anteriormente.

Se elaboró el diseño hidráulico y geométrico de la red tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Las pendientes mínimas en tubería de PVC, con junta hermética se muestran en la tabla anterior.

Descripción del funcionamiento hidráulico

Siguiendo las indicaciones del Manual de Diseño de Alcantarillado Sanitario para Fraccionamiento es Urbanas de la República Mexicana de CONAGUA, en lo que se refiere a la cuantificación de los gastos de aguas negras, este se hará en función de las viviendas totales (o equivalentes en consumo) por tramo de tubería, acumulándose de este modo hasta llegar al punto de descarga de la red, así mismo el coeficiente de Harmon, será calculado para cada tramo en función de las condiciones de frontera que se establecen para este en el Manual de Diseño.

Con estos valores y aplicando las fórmulas se obtiene, en función del número de habitantes; es decir de la población servida, el gasto medio y mínimo; y con los coeficientes de Harmon y de previsión los gastos máximo y máximo extraordinario.

Para todos los casos en los que el gasto mínimo 1.5 l/s., se considera como cuantificación práctica del gasto mínimo probable de aguas negras por conducir, la descarga de un W.C. que es de 1.5 l/s., adoptándose este valor para efecto del cálculo de la velocidad mínima de trabajo real.

Utilizando el monograma (V.C. 1976) del Manual de Normas, de la SAHOP y la lámina No 9 del libro datos básicos (consulte referencia), se calculan los gastos y velocidades a tubo lleno, así como las relaciones de velocidad y tirante del tubo parcialmente lleno, con lo que se obtiene la velocidad efectiva a gasto mínimo y máximo.

En el anexo A se presenta la tabla de cálculo hidráulico, donde se señalan gastos, a tubo lleno y parciales, velocidad a tubo lleno y a tubo parcialmente lleno para las tuberías utilizadas; en los proyectos de Alcantarillado Sanitario y que para el presente caso se consideró que toda la tubería sea de Cloruro de Polivinilo (P.V.C.) Métrico de Pared Estructurada, con junta hermética, en tramos de 6.00 m. de longitud, que ofrece múltiples ventajas, comparadas contra la tubería de concreto con junta hermética de hule, como lo es el tener un coeficiente de rugosidad n = 0.009.

Descargas domiciliarias

Las descargas domiciliarias que se proponen son las establecidas por la Normas de la Comisión Nacional del Agua y las del organismo operador, es decir en diámetro de 15 cm norma NMX-E-215/1 vigente Serie 25, utilizando tubería de PVC.

II.2.5.6 ESPECIFICACIONES GENERALES

Diámetros de tuberías

Los diámetros de las tuberías que se utilizarán para la construcción según proyecto son los comerciales admitidos estatalmente por C.A.P.A y la Comisión Nacional del Agua como dependencia normativa federal. Para el caso del presente proyecto se empleará tubería para alcantarillado serie métrica de acuerdo con la norma NMX-E-215/1 vigente. Para diámetros de 8” y 10” se empleará Serie 25 y para los casos de 12” y mayor será Serie 20.

La tubería deberá instalarse sobre un encamado “Clase B” (material producto de banco), con un apoyo mínimo del tubo sobre la cama igual a 0.6 del diámetro exterior del tubo, y con empotramiento mínimo de 0.1 del diámetro citado.

Zanjas

Todas las tuberías deberán instalarse en zanja, debiendo excavarse conservando en lo posible la verticalidad de las paredes hasta una altura mínima al lomo del tubo, sujetándose a los siguientes anchos; conforme a lo especificado por la teoría de Marston:

ANCHOS MÍNIMOS DE ZANJA PARA TUBERÍA DE PVC	
Diámetro	Ancho
0.15 M	0.60 M.
0.20 M	0.60 M.
0.30 M.	0.65 M.
0.35 M.	0.75 M.
0.45 M.	0.85 M.
0.60 M.	1.10 M.

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro alcantarillado sanitario, C.N.A

Estructuras conexas

Todas las estructuras complementarias para el sistema de aguas negras, tales como: pozo de visita común o especial, descargas domiciliarias, brocales y tapas, cajas de caída, etc., se sujetarán a los diseños establecidos y aprobados en las Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Sanitario, en fraccionamiento es Urbanas de la República Mexicana de la Comisión Nacional del Agua. (Ver planos de Proyecto).

Pruebas de hermeticidad en las tuberías de drenaje sanitario

Los colectores, subcolectores y redes de atarjeas deberán probarse para asegurar su hermeticidad, de acuerdo con lo especificado en la NOM-001-CONAGUA-2011 referente a Sistemas de Alcantarillado Sanitario – Especificaciones de hermeticidad.

De policloruro de vinilo (PVC):

Para los tubos de policloruro de vinilo (PVC) sin plastificante, con junta hermética de material elastomérico aplica lo correspondiente en la NMXE-211/1-SCFI-2003 para sistema inglés, NMX-E-215/1-CNCP-2012 para sistema métrico y NMX-E222/1-SCFI-2003 para tubos de pared estructurada longitudinalmente Para las conexiones de policloruro de vinilo (PVC) sin plastificante, con junta hermética de material elastomérico, lo señalado en la Norma NMX-E-211/2-CNCP-2005 para sistema inglés y NMX-E215/2-CNCP-2012 para sistema métrico.

II.2.5.7 Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Para este tema tan importante se contó con el apoyo de una empresa internacional que asesoro en la propuesta de diseño del tratamiento de aguas residuales del proyecto, WaterNext es fundada por un grupo de expertos en el tratamiento de aguas de todo tipo, incluida la potabilización, con 20 años de experiencia, que ha diseñado y construido más de 3,000 plantas en 30 países, y tiene más de 100 años de experiencia combinada. Y ya con trabajo avanzado en México y en particular en Quintana Roo para instalar una planta de tratamiento privada, con la supervisión y visto bueno de la CAPA y AGUAKAN.

DESCRIPCION GENERAL

El diseño de la PTAR se desarrolló a partir de las necesidades del fraccionamiento desde su construcción hasta el 100% de la ocupación de las residencias y área comercial. Se considera lo siguiente:

- Flujos menores a **50 m^3/día (0.58l/s)**
- Flujo mayor a **490 m3/día (5.67l/s).**
- Parámetros conforme a la **NOM-003-SEMARNAT-1997**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se **reúsen en servicios al público** (riego).
- Parámetros conforme a la **NOM-001-SEMARNAT-1996**, que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las **descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales**.
- **Suministro constante de agua para uso de contacto directo,** el agua tratada podrá ser utilizada en actividades de riego.

Tomando en cuenta que el fraccionamiento tendrá un flujo poco constante de descarga durante las diferentes etapas del día, además de que las casas se construirán esporádicamente, se propone un sistema SBR el cual está diseñado para tratar un rango muy amplio de flujos, desde 50 m^3/día hasta 490 m^3/día y seguir cumpliendo con los requerimientos normativos. Este beneficio se logra gracias a que el sistema SBR cuenta con un software especializado de control que permite en un solo tanque tratar los diferentes flujos de agua sin generar problemas como los que presenta un sistema biológico tradicional.

En este caso se considera una microfiltración, proceso esencial para cumplir con certeza en todo momento los parámetros que exige la NOM-003-SEMARNAT, evitando multas por incumplimiento, proliferación de microorganismos patógenos y enfermedades por contacto hídrico.

De acuerdo con el sembrado del proyecto, al estudio geohidrológico, la topografía y pendiente del predio, y la tecnología de la Planta, se proyecta que la planta potabilizadora (pozo de extracción) este a una distancia considerable de aproximadamente 500 metros de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para reducir cualquier riesgo de cercanía entre la extracción, su tratamiento y disposición final y que se tenga un buen sistema integral de las aguas que se utilicen para el proyecto.

DATOS DEL DISEÑO

Es fundamental para asegurar un buen diseño de la planta de tratamiento de agua residual residencial tener en cuenta los siguientes parámetros, debido a la importancia que estos representan en la planeación e implementación de la planta.

- ⇒ Los parámetros del agua residual a tratar.
- ⇒ Los parámetros requeridos después del tratamiento del agua residual.

Parámetro	Agua de entrada	Agua de salida después del tratamiento
Flow (m^3/día)	490	490
Aceites y grasas (ppm)	100	<15
DQO (ppm)	600	<50
DBO (ppm)	300	<20
TSS (ppm)	500	<20
pH	6.5-7.5	6.5-7.5

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Consiste en una planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por una sección biológica SBR (Reactor biológico secuencial), aeración extendida y tratamiento terciario (micro filtración).

FILTRACION FINA POR CRIBA

Esta sección es la cabeza de la planta de tratamiento de agua residual para cualquier tipo de aplicación donde se requiera una filtración eficiente. Su objetivo es eliminar cualquier tipo de material solido presente en el agua residual, ya que de no ser removidos los sólidos correctamente, causarían un problema de obstrucción en las demás máquinas que trataran el agua. La unidad utiliza una pantalla perforada con pequeños agujeros, esta sección se limpia manualmente debido a que no serán muchos los sólidos presentes como para implementar un sistema automatizado.

El material utilizado es Acero inoxidable: AISI 304/316.

SECCION DE ECUALIZACION / HOMOGENIZACIÓN

Este tratamiento tiene la finalidad de minimizar o al menos controlar, las fluctuaciones de las características del flujo que pueden ocurrir en el transcurso del día.

La homogenización y ecualización son tratamientos mecánicos que consisten en recolectar las descargas de agua en un tanque de almacenamiento especial, equipado con difusores de aire en el fondo del tanque.

REACTOR BIOLOGICO SECUENCIAL

El proceso de tratamiento que se presenta a continuación es un reactor biológico secuencial con lodos activados. El proceso SBR ha sido muy bien analizado para poder lograr la optimización del espacio, su peculiaridad es la de realizar dos funciones: la oxidación y la desnitrificación, para que de esta manera sea necesario un solo tanque. Esto se puede lograr gracias a la temporización de varios equipos como se describe a continuación.

Suponiendo que la planta trabaja al máximo de su capacidad, las bombas que alimentan el tanque y los sopladores en un momento dado del periodo diario deben detenerse, en este momento comienza la desnitrificación gracias a la oxigenación de los nitratos. Posteriormente en el momento de quietud de los tanques el lodo biológico se sedimentará en el fondo mientras que el agua limpia y clarificada subirá al tope del tanque.

El proceso biológico consiste en un tanque de aireación donde las bacterias se ponen en contacto con el efluente de agua para ser tratada. Las bacterias y el agua por tratar

permanecen en contacto por periodos largos de entre 30 y 80 horas, dependiendo de la calidad y las características de los contaminantes del agua.

En el ciclo aeróbico del tratamiento biológico se realiza la transformación de materia orgánica e inorgánica del agua contaminada, en dióxido de carbono y en lodo activado. Este fenómeno se activa debido al oxigeno que se inyecta en el agua, el cual permite la supervivencia de las bacterias, proceso necesario para la descontaminación efectiva del agua.

Durante esta etapa se crea un ambiente ideal para las bacterias, teniendo como resultado que el lodo procese las sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas o suspendidas en el agua, particularmente aquellas que son biodegradables. Gracias a que el lodo activado se encuentra en condiciones óptimas se procesarán la mayor cantidad de las sustancias contaminantes.

La solución propuesta asegura una alta transferencia de oxígeno la cual incrementa el tiempo de contacto entre las micro-burbujas y el líquido. La mejor manera de inyectar el oxígeno en el agua a tratar es a través de la instalación difusores de aire en micro- burbujas al fondo del tanque.

El tratamiento biológico es un proceso de conversión. La energía liberada en el proceso de oxidación degrada fácilmente la materia orgánica por descomposición de las células (producción de lodos) y el mantenimiento (metabolismo).

Durante la síntesis de las células los materiales residuales alimentan a las bacterias por lo que esa materia se remueve, mientras que la energía creada en este proceso se convierte en productos tales como H_2O, CO_2, NO_2.

Este tipo de tratamiento biológico ofrece las siguientes ventajas:

- Costos operacionales bajos;
- Estabilidad y flexibilidad operativas según diferentes calidades y cantidades de contaminantes biodegradables;
- Fácil mantenimiento y reducción de los requerimientos de mano de obra;
- Minimizar y neutralizar los residuos sólidos en la salida.

Después de la unidad SBR el agua clarificada es conducida a la descarga.

LINEA DE LODOS

La línea de lodos consiste en todas las operaciones que conciernen al lodo sedimentando el fondo del tanque.

La operación de esta etapa consiste en la extracción del lodo, esta acción se requiere realizar para mantener un cierto nivel de lodos en el tanque para evitar que este llegue a un nivel muy alto que imposibilite el manejo adecuado del tanque. Al extraer el excedente de lodos estos se dirigen al espesador de lodos donde se almacenan para su disposición final o tratamiento.

FILTRO DE DISCO (MICROFILTRACIÓN)

El filtro de disco es un dispositivo de filtración de alta velocidad que utiliza un innovador diseño de discos con poliéster tejido como medio filtrante. El diseño de discos proporciona un área de

filtración más significativa que cualquier otro de los diseños de filtración plana de medios tejidos y tiene una medida de filtración de 20 micras.

La configuración del filtro de discos es más resistente que los diseños equivalentes, e incluyen un sellado a presión que permite que el filtro funcione a mayores pérdidas de carga.

Los paneles filtrantes son instalados en una carcasa resistente a basura y diferentes sólidos, lo que asegura el flujo de agua filtrada rechazando plásticos, algas y otro tipo de sólidos flotantes.

AUTOMATIZACIÓN DE TODO EL SISTEMA

La automatización en una planta de tratamiento de aguas es muy importante, esta es la etapa que marca la diferencia entre una planta bien manejada y una con deficiencias en su gestión. Todas las fases de la planta se manejan a través de un panel de control.

Este panel está programado de tal manera que se le pueden dar señales como:

- Mantenimiento en partes específicas de la planta
- Acciones que deben emprenderse en situaciones específicas
- Alarmas en caso de funcionamiento no adecuado de elementos específicos
- Consejos / información sobre las condiciones de trabajo de la planta

Es importante mencionar que cada función relacionada a la planta se puede llevar a cabo de forma automática o manual, esto evitara que se detenga el funcionamiento de la planta en casos de emergencia (interviniendo manualmente para resolver problemas).

La estructura del cuadro eléctrico consiste en paneles modulares con dimensiones estándar de 800 x 800 x 2100 mm. El material con el que se construyen los paneles es IP54 metal pintado, la base y el tope de los paneles están reforzados con barras de acero para su protección.

El cuadro eléctrico está equipado con un monitor “touch screen” aunque también puede ser un display normal de PC. El cliente tendrá que poner a disposición de la maquina las conexiones a internet que le permitan a los operadores o encargados de la PTAR conectarse en cualquier momento a la planta desde cualquier parte del mundo, esto con la intención de mantener el sistema siempre funcionando en condiciones óptimas, ya sea para mantenimiento o solución de problemas.

SISTEMA SCADA

Todas las plantas están equipadas con un sistema SCADA (supervisory control and data acquisition) el cual opera con señales codificadas a través de canales de comunicación de tal forma que proporcione control remoto del equipo (a través de internet). El sistema de control puede estar combinado con un sistema de adquisición de datos incorporando el uso de señales codificadas por los canales de comunicación para adquirir información acerca del estatus del equipo para visualización o para efectos de historial. El sistema propuesto SCADA proporciona mejores resultados ya que en comparación con los demás Sistema de Control Industrial (ICS), el cual también monitorea y controla los procesos industriales que existen en

el mundo, este proporciona datos e información a gran escala que pueden incluir múltiples sitios a grandes distancias.

SECCION HIDRAULICA

Las tuberías externas que están incluidas en los suministros están fabricadas generalmente de AISI-304.

Mientras que los tubos subterráneos son generalmente hechos de HDPE. Algunos cambios en este tipo de materiales se pueden llegar a realizar en situaciones específicas que se estudian caso por caso para dar la mejor solución.

Las especificaciones detalladas de las tuberías se darán en el desarrollo del proyecto. Se garantizará que el material seleccionado será el óptimo para la construcción de las tuberías ya que serán adaptadas en diferentes condiciones de trabajo.

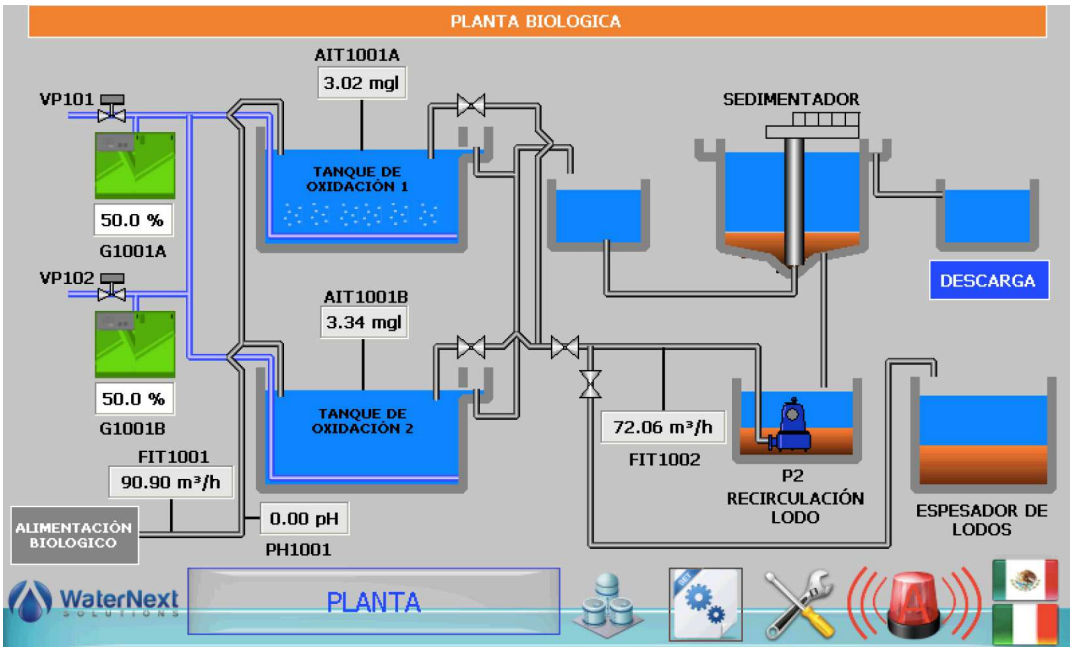
SECCION ELECTRICA

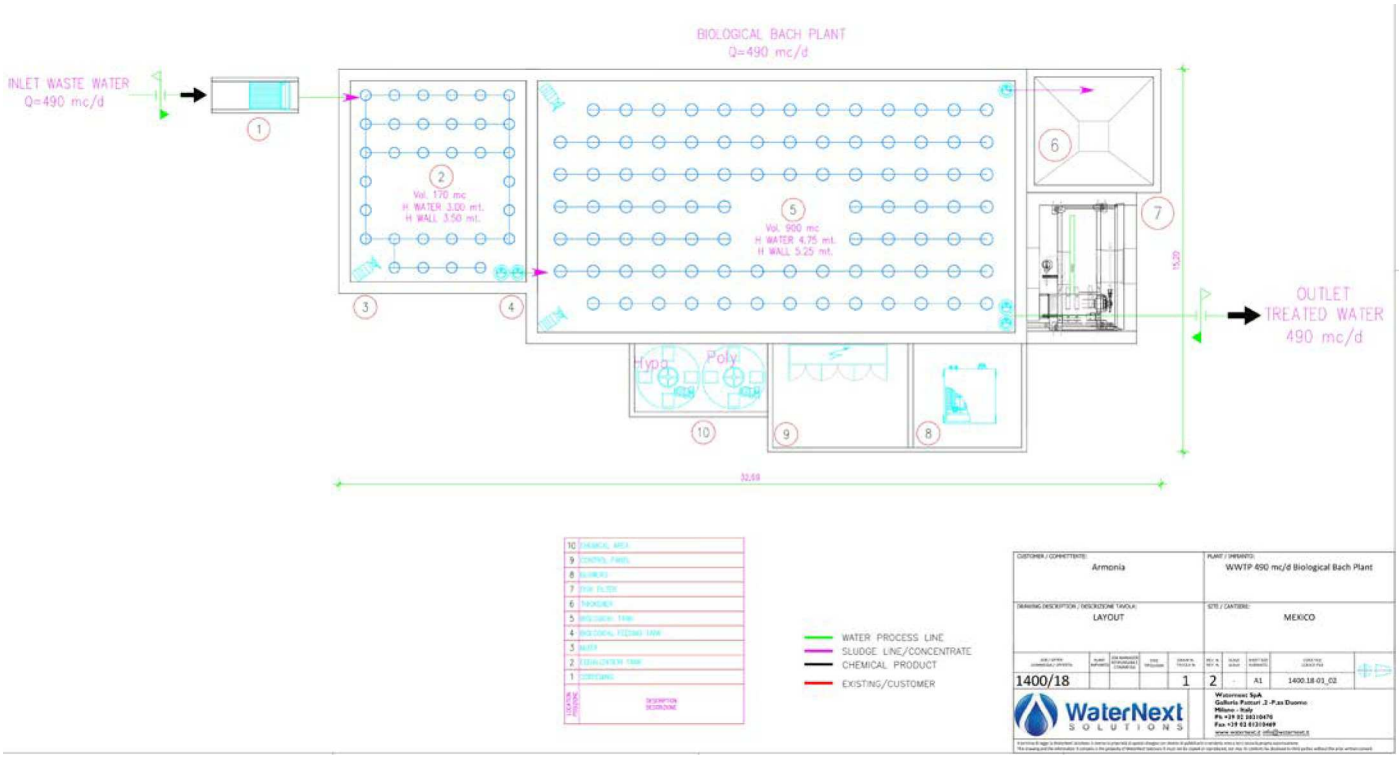
Las conexiones eléctricas propuestas cumplen con las normas CSI-ISPEL. Los cables/conductos eléctricos subterráneos son de tipo retardador de llama tipo FG7OR

0.6 / 1 K Volt CEI 20/13, mientras que los que están en contacto con el líquido están en HO7NR-F.

Generalmente, el alcance de suministro incluye:

- Conductos de cables externos, tales como canales y soportes generales.
- Interruptores locales para el mantenimiento de los equipos de encendido y apagado.





II.2.6. Etapa de operación y mantenimiento.

Durante la etapa de operación del proyecto no se esperan ni se consideran actividades distintas a la residencial es decir relativa a actividades domésticas y comerciales en un lote mixto. No se prevén actividades distintas a las planteadas por lo que los residuos generados serán de tipo doméstico. Las aguas servidas provendrán, únicamente, de duchas, sanitarios y cocinas.

Durante esta fase imperarán criterios precautorios que permitan mantener las diferentes áreas e instalaciones orientadas a los servicios evitando afectaciones al sistema ambiental. Estas acciones derivan de la atención a los siguientes aspectos indicativos más no limitativos:

- En las áreas construidas, las aguas pluviales serán enviadas, por planos inclinados, a espacios que permitan su traslado natural al subsuelo.
- Favorecer zonas forestadas con vegetación nativa, es decir que se privilegiarán las especies locales.
- Fomentar que los escurrimientos pluviales sean trasladados al subsuelo o a los pozos de absorción.
- Se verificará rutinariamente, día a día, el funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las descargas habrán de cumplir con los límites que imponen las Normas Oficiales Mexicanas y serán fiscalizadas por la autoridad correspondiente.
- Se supervisará, de manera constante, la eficacia de la operación de trampas de grasas, sólidos y arenas que se colocarán en los registros.

- Se implementará un programa de manejo de áreas verdes que cumpla con los criterios específicos y aplicables del POEL-S.
- Se implementará un programa de monitoreo ambiental para valorar el estado del agua, la flora y la fauna y del manglar que se mantiene bajo conservación.
- Se implementará un programa integral de manejo ambiental, que permita establecer un seguimiento y control de los residuos que se generen durante la operación y mantenimiento.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio

El proyecto no considera esta fase dada las características permanentes del proyecto. En principio, el espacio no debe de ser abandonado en los próximos 99 años.

II.2.8. Utilización de explosivos

Para la realización de este proyecto no se requieren explosivos.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Dada la naturaleza de la actuación se considera la generación de los siguientes residuos y emisiones.

Sólidos. Durante la preparación del sitio, se realizarán movimientos de tierras, trasporte de materiales y de manera natural erosión eólica mismos que disminuyen la calidad del aire.

Los efectos de estas partículas se centran en las molestias que originan a los vecinos del predio, al producirse un ensuciamiento del entorno habitado y una disminución de la calidad del aire respirable. Cabe hacer mención que, dada la ubicación del predio, los únicos vecinos con lo que cuenta éste corresponden a la lavandería por ser la más cercana y a la embotelladora de agua san Andrés ubicadas al noroeste del predio.

Otros residuos que se generarán son residuos vegetales al realizar el desmonte del sitio, éstos serán almacenados y enterrados de manera temporal con la finalidad de que funcione como abono.

Durante la construcción del proyecto, se generarán residuos los que se definen como los sobrantes de las actividades de obra, tales como restos derivados de la obra, se estima un desperdicio aproximado del 7% del total de los materiales utilizados.

Se generarán residuos por la estancia de los trabajadores en el área del proyecto, los residuos serán sólidos de tipo doméstico, consistentes en empaques, recipientes y restos de platos desechables y alimentos. En la obra se distribuirán contenedores, de tal forma que los trabajadores coloquen ahí los residuos de sus consumos domésticos.

Líquidos. Se generarán aguas residuales durante la etapa de construcción del sitio. Para

minimizar el impacto ambiental de estas se construirán sanitarios fijos conectados a un biodigestor con capacidades diferenciadas de 1,300 y 7,000 l. Estas instalaciones son de carácter temporal y serán retiradas al finalizar la obra.

Peligrosos: Durante esta etapa se generarán estopas impregnadas de grasas y aceites, cartones, papeles, trapos y estopas impregnados con lubricantes, filtros de aceite, restos de combustible y aceites quemados. Estos desechos tendrán un tratamiento particular siendo almacenados temporalmente en un área de características "*punto limpio*[1]".

Deberá de estar techado y cerrado, con piso impermeable dotado de canaletas de escurrimiento y murete de contención. Los residuos se acopiarán en contenedores diferenciados lo que permitirá un manejo óptimo al momento de ser recolectados por una empresa autorizada y, posteriormente, dispuestos por clase y tipo.

Emisiones a la atmósfera: ruido, los niveles de ruido generados por la maquinaria utilizada serán temporales, no rebasarán los límites máximos establecidos en norma, y ocurrirán en horas laborables. La regulación del ruido es de carácter municipal por lo que será esta instancia la responsable de las verificaciones pertinentes.

Por otra parte, se producirán emisiones producto de la combustión interna que ocurre en los motores de la maquinaria y equipos. Además, se espera la dispersión atmosférica de polvos y finos.

Para minimizar estos impactos se exigirá maquinaria en óptimas condiciones y dotada de silenciadores. Las actividades más ruidosas se realizarán en horas de labor, es decir de 9 a 17 horas evitando con ello molestias a los vecinos. No se realizará trabajo nocturno.

La combustión de los motores produce gases cuya concentración se relaciona con la condición mecánica y de manteniendo en que la máquina se encuentre. Por ello se exigirán motores afinados y bajo manutención. Los gases serán dispersados por la atmósfera y la regulación o verificación se basará en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al caso. En cuanto a los polvos fugitivos estos serán minimizados cubriendo el material fino con lonas, regando las áreas de trabajo y cubriendo las cajas de los camiones de volteo.

II.2.9.1. Operación y mantenimiento

Sólidos: En el condominio *s*e generará exclusivamente basura de tipo doméstico. Ésta estará constituida, principalmente, por envases, empaques y restos de alimentos. Los residuos de manejo especial corresponden a lodos provenientes de la PTAR, botes impregnados con restos de pintura, baterías, recipientes impregnados con sustancias de limpieza como desincrustantes, cloro, detergentes bases y ácidos.

Líquidos: En la etapa de operación se dirigirán las aguas residuales a la planta de tratamiento, las que serán reutilizadas para riego y los excedentes inyectados a pozo profundo bajo las

[1] Punto limpio es un lugar acondicionado para la recepción y acopio de residuos que no deben ser depositados en los contenedores habituales. Se sitúan fuera de la vía pública

especificaciones normativas y criterios que determine la CNA.

Por la naturaleza del proyecto, no se prevé que se generen residuos líquidos peligrosos o de manejo especial durante la etapa operativa.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Durante la operación del proyecto, los residuos sólidos serán separados por tipo y entregados al centro de reciclaje, aquellos que por sus características no sean recibidos serán entregados al servicio de limpia municipal. El agua residual será dirigida a la planta de tratamiento, y el excedente será enviado a un pozo de rechazo.

Los restos orgánicos, en su mayoría, serán triturados en las tarjas de las cocinas residenciales. Esta acción se plantea como consideración para la reducción de la carga orgánica que recibe el relleno sanitario.

De lo anterior se considera que la obra, por su ubicación, dimensiones, características constructivas y atributos comunes de operación, no representa riesgos al ambiente ni afectaciones potenciales a la salud humana.

II.2.11. SISTEMA DE AGUA POTABLE

Descripción del Sistema

Para dotar del servicio de agua potable al desarrollo Armonía Eco Residencial se pretende realizar la conexión de una planta potabilizadora por parte del desarrollador mismo que se abastecerá de una fuente de extracción propia. Dicha fuente será de un pozo de extracción el cual cumple con los requerimientos de la CONAGUA; dicha fuente de abastecimiento estará localizada en la entrada al desarrollo dentro del predio de uso “Equipamiento”, así como también el sistema de potabilización. Desde dicho punto, se abastecerán a los usuarios mediante una red tipo abierta de agua potable la cual provendrá desde el punto de extracción como primer paso, que pasará a su tratamiento de potabilización correspondiente dado por el desarrollador el cual verterá a un tanque cisterna, y desde este punto será abastecida la red del desarrollo misma que permite tener las presiones necesarias. La red para este proyecto se propone con diámetros de 3, 4, 6 y 8 pulgadas cumpliendo las normas NMX establecidas por la CONAGUA.

Las líneas primarias conforman una red que permite distribuir los caudales y presiones adecuadamente al desarrollo, en la figura 2 se puede observar de forma esquemática la localización de las líneas en el desarrollo y el punto de alimentación.

Red de distribución Armonía Eco Residencial.

La red de distribución tiene una longitud total de 2,124.24 metros, los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

Longitudes de las líneas de distribución de agua potable.

Diámetro (Pulgadas)	Longitud (m)
3	1,635.41
4	331.96
6	18.09
8	138.78
TOTAL	**2,124.24**

La velocidad en la red primaria se procura que sea mayor de 0.3 m/s, aunque en los puntos cercanos a los nodos de equilibrio la velocidad tiende a cero, al igual que en las líneas abiertas; en los circuitos la velocidad varía, cumpliéndose la velocidad mínima de 0.3 m/s, de acuerdo con el Manual de Diseño de la CONAGUA.

II.3. Gastos de proyecto

La cuantificación del gasto medio diario se realizó en función de la población servida y de la dotación de agua potable para la zona de proyecto (clima cálido), siendo esta variable por tipo de uso.

DOTACIÓN POR TIPO DE USUARIO

Clase socioeconómica	Dotación (lt/hab/dia)
Residencial	400
Media	230
Popular	185

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro datos básicos, C.N.A.

El gasto se calculó mediante la siguiente expresión:

Q medio diario (habitacional)= (población de proyecto x dotación) / 86400
Q medio diario (comercial)= (superficie de comercial x dotación) / 86400
Obteniendo el gasto medio diario se calculó el gasto máximo diario, que se consideró como el gasto medio diario multiplicado por el coeficiente de variación diaria (CVD), esto es:
Q máximo diario = Q medio diario x CVD
Finalmente se estimó el gasto máximo horario con el coeficiente de variación horaria (CVH), obteniendo:
Q máximo horario = Q máximo diario x CVH

II.4. Datos de proyecto

Dotaciones del Proyecto:

Dotación Habitacional:	230 lt/hab/día
Dotación Comercial y Mixta:	6 lt/m2/día
Dotación para Donación:	5 lt/m2/día
Densidad media:	4.5 habitantes/lote (De acuerdo con el INEGI)
Viviendas totales:	420 viv

Población equivalente: 2,366 habitantes. (Incluye viviendas, áreas de donación y comerciales).

II.4.1. Cálculo de gastos

RESUMEN DE GASTOS DE DISEÑO

Demanda	Gasto medio (lps)	Gasto max. Diario (lps)	Gasto max. Horario (lps)
TOTAL	6.3954	8.9535	13.8779

Fuente: Elaboración Propia, calculados con las fórmulas de la sección 2.2

Coeficientes de variación utilizados en el proyecto

Diaria	1.4
Horaria	1.55

Fuente de abastecimiento: Aguas subterráneas
Tipo de captación: Pozos profundos
Sistema: Bombeo directo a la red desde tanque cisterna.

II.5. Diseño de la red de distribución

El proyecto de la red de distribución se determinó en base al sembrado de lotes y características topográficas de la zona de proyecto y tiene como finalidad, suministrar agua, en cantidad suficiente, conservando la calidad de esta y una presión mínima requerida de 15 m.c.a. La presión mínima de proyecto en este caso es de 12.48 m.c.a., de acuerdo con las condiciones establecidas por el Organismo Operador.

II.5.1. Descripción del análisis hidráulico

Para realizar la simulación del funcionamiento hidráulico del proyecto de la red de distribución de agua potable se utilizó un programa para computadora, WATERCAD V8 SELECT 3 y EPANET 2.0 el cual está diseñado para llevar a cabo la revisión estática de redes (abiertas y cerradas) de tuberías a presión contemplando diversas condiciones de frontera.

El programa se basa en las ecuaciones de continuidad y de conservación de la energía a través de las siguientes expresiones:

Q entrada = Q salida (1)

$$\sum hi = 0 \qquad (2)$$

Donde hi es la pérdida de carga y es igual a:

$$h_i = \frac{C_f L}{C^{1.852} D^{4.87}} Q^{1.852} \qquad (3)$$

Les la distancia entre los nodos

Q es el gasto que escurre en el tramo
Cf es un factor de conversión (4.73 US y 10.7 SI).
D = diámetro de la tubería.
C = es el coeficiente de Hazen-Williams (para PVC = 150).

La ecuación anterior corresponde a Hazen-Williams, método por el que se calculó el sistema del "Armonía Eco".

Las principales características del programa son las siguientes:

a) Para una simulación en particular deberá de proporcionarse la geometría inicial de la red, esto es, longitudes, diámetros, conexiones y condiciones de frontera, así como las elevaciones de cada nodo, rugosidad de las tuberías, gastos demandados, parámetros de control y datos generales.

A partir de la información proporcionada, el programa calcula la distribución de gastos en cada uno de los tramos de la red y las cargas piezométricas en cada nudo de esta. Así mismo proporciona la información referente a la velocidad para cada uno de los tramos y a la pérdida de carga por fricción en cada uno de ellos (perdidas entre cada uno de los nudos que lo forman):

b) Los gastos demandados y suministrados estarán localizados en los nudos de la red, pudiendo existir nudos o confluencias sin ellos.

c) Los nudos de una red podrán ser de carga variable o constante. Estos últimos toman en cuenta el efecto de los tanques de almacenamiento o regulación que pudieran existir en la red.

El programa de computadora se debe alimentar con los siguientes datos, una vez trazada la red en el AutoCAD.:

1.- Número de tubo
2.- Numero de Nudo
3.- Longitud del tubo
4.- Diámetro del tubo
5.- Coeficiente de Hazen-Williams
6.- Alimentación
7.- Elevación piezométrica en el nudo de alimentación
8.- Elevación topográfica en cada uno de los nudos
9.- Gasto de demanda en cada uno de los nudos

Como valores extremos para la velocidad permisible de flujo en tuberías, se consideraron 0.30 m/s como mínimo y 3.0 m/s como máximo. Cabe indicar que, en algunos casos, la velocidad mínima quedo por debajo del límite indicado, lo que se puede corresponder a tramos cercanos a puntos de equilibrio o tramos en los cuales el diámetro requerido está por debajo de lo permitido en los lineamientos de la CONAGUA (diámetro de 3” o 75 mm).

Los coeficientes de variación diaria y horaria, considerados para el cálculo de las demandas fueron 1.4 y 1.55 respectivamente.

En el anexo de cálculos se presente un listado de datos de entrada, así como el listado de los resultados de salida del programa aplicado para la simulación. B selección

III. ESPECIFICACIONES GENERALES

III.1. Suministro de materiales

Todos los materiales empleados en la construcción del proyecto, tales como tuberías de P.V.C., piezas especiales de PVC Hidráulico y Fo.Fo, válvulas, etc., deberán de llenar los requisitos indicados por las especificaciones generales y técnicas de construcción de sistemas de agua potable de la CONAGUA.

III.2. Tuberías

Los tubos de PVC (serie métrica) se fabrican en color blanco, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente, la cual considera el sistema de unión (un solo tipo) y el grado de calidad (también único) y lo denomina espiga-campana; por su resistencia a la presión de trabajo, clasifica los tubos en cinco clases.

PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO EN TUBERÍA DE PVC

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	kg/cm²
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro 12 diseño de redes de distribución de agua potable, C.N.A.

La serie métrica de tubos de PVC se fabrica en diámetros nominales de 50 a 630 mm (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630 mm) con longitud útil de seis metros (fabricante y comprador pueden acordar otras longitudes). Las cinco clases existentes se diferencian en el espesor de pared del tubo. Es importante señalar que en este tipo de tubería el diámetro nominal es igual al diámetro exterior del tubo.

Para cualquiera de los tipos de tuberías la longitud útil de los tubos es de 6 m. Los tubos se acoplan entre sí por la unión espiga-campana con anillo elastomérico integrado de fábrica en todos los casos.

III.3. Zanjas para instalación de tuberías

Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que estas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte debe

considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

Por indicaciones del organismo operador las tuberías se instalarán en el arroyo vehicular a 1.70 m de las banquetas o guarniciones del lado norte y este, preferentemente o del lado donde se encuentre la mayor densidad de tomas.

III.3.1. Ancho y profundidad de la zanja

Para determinar el ancho de la zanja para alojar las tuberías, se hará con cualquiera de los siguientes criterios:

- Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 50 cm.
- Para tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 60 cm.

Los anchos de zanja que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

En la tabla IV se presentan anchos de zanja que en general cumple con estos criterios, sin embargo, los valores se deben verificar.

Es indispensable que, a la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente el ancho que se indica en la tabla IV, a partir de este punto puede dársele a sus paredes el talud necesario para evitar el empleo de ademe. Si resulta conveniente el empleo de ademe, el ancho de la zanja debe ser igual al indicado en la tabla IV más el ancho que ocupe el ademe.

La profundidad mínima será de 70 cm (a partir del terreno natural) en tuberías de hasta 51 mm de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, más 5 cm.

Por lo que se refiere a la profundidad máxima, esta variará en función de las características particulares de la resistencia de la tubería que se trate, tomando en cuenta el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo que se use, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva en la superficie.

DIMENSIONES DE ZANJA Y PLANTILLAS PARA TUBERÍA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Diámetro nominal		Ancho Bd (cm)	Profundidad H(cm)	Espesor de la plantilla (cm)	Volumen de excavación (m3/m)
(cm)	(pulgadas)				
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1 ½	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2 ½	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77

20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
152.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, libro datos básicos, C.N.A.

En el caso de tuberías de materiales como asbesto-cemento y PVC, deberá observarse lo siguiente:

La tubería de asbesto-cemento debe alojarse en zanja para obtener la máxima protección y sólo en casos excepcionales se podrá instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

En el caso de tubería de PVC su instalación se hará siempre en zanja. Por otro lado, las tuberías de acero, fierro galvanizado (FoFo), concreto y hierro dúctil se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

III.4. Plantilla o cama

Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta.

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior. El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 15 cm de espesor. El resto de la zanja podrá ser rellenado a volteo o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y si se instalara en zonas con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo.

Se excavará cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o de la plantilla apisonada.

Los espesores de plantilla para tuberías de agua potable se muestran en la tabla 10; el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm. En caso de instalar tubería de acero y si la superficie del fondo de la zanja lo permite, no es necesaria la plantilla. En lugares excavados en roca y tepetate duro, se preparará la plantilla de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena.

III.5. Relleno

Se procede a rellenar la zanja primero con tepetate fino, apisonando con capas de aproximadamente 10 cm, si la excavación fue en calle pavimentada, el relleno deber ser con tepetate apisonado hasta el nivel que permita recibir el pavimento; para las zonas sin pavimentación, se apisona hasta 30 cm. con tepetate por encima del lomo de la tubería y se concluye con relleno a volteo dejando un pequeño lomo de tierra sobre el nivel del terreno.

III.6. Piezas especiales

Las conexiones de la tubería en las intersecciones, cambios de dirección, variación de diámetros, accesos a válvulas, etc., se denominan comúnmente como “Piezas especiales” y pueden ser de fierro fundido o PVC, de acuerdo con el diámetro, como se ha dicho anteriormente hasta 6 pulgadas se usarán piezas de PVC y a partir de 8 pulgadas de Fo.Fo.

Las piezas especiales de fierro fundido son las más empleadas y se fabrican para todos los diámetros de tuberías. Estas piezas se conectan entre sí o a las válvulas por medio de bridas y tornillos y con un empaque de sellamiento intermedio, que puede ser de plomo, hule o plástico. El sellamiento se logra mediante la presión ejercida con las bridas y tornillos sobre el barrilete y empaques de hule.

Las dimensiones de piezas especiales con brida de fierro fundido se ilustran en la tabla V incisos a y b.

DIMENSIONES DE PIEZAS ESPECIALES CON BRIDA DE FIERRO FUNDIDO DE 2 A 12 PULGADAS

	Concepto	2	2 ½	3	4	6	8	10	12
A	Codos, TEES, Cruces	4 ½	5	5 ½	6 ½	8	9	11	12
B	Codos de gran radio	6 ½	7	7 ¾	9	11 ½	14	16 ½	19
C	Codos de 45° centro a brida	2 ½	3	3	4	5	5 ½	6 ½	7 ½
D	Brida a brida en	5	5 ½	6	7	9	11	12	14

	reducciones								
E	Válvulas de compuerta B a B	7	7 ½	8	9	10 ½	11 ½	13	14

Fuente: Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, UNAM

DIMENSIONES DE PIEZAS ESPECIALES CON BRIDA DE FIERRO FUNDIDO DE 14 A 36 PULGADAS

	Concepto	14	16	18	20	24	30	36
A	Codos, TEES, Cruces	14	15	16 ½	18	22	25	28
B	Codos de gran radio	21 ½	24	26 ½	29	34	41 ½	49
C	Codos de 45° centro a brida	7 ½	8	8 ½	9 ½	12	15	18
D	Brida a brida en reducciones	16	18	19	20	24	30	36
E	Válvulas de compuerta B a B	11 ½	12	12 ½	13	13 ½	15	16

Fuente: Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, UNAM

Por otra parte, para interconectar la tubería hidráulica de PVC y formar líneas de conducción y circuitos, existen todas las conexiones necesarias; ya sea para cambiar la dirección del flujo del agua, derivar o unir sistemas de igual o diferente diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería de PVC a válvulas o piezas metálicas bridadas o con rosca, y componer fallas en una línea ya tendida.

También es posible unir la tubería hidráulica de PVC, serie métrica, con la serie inglesa e incluso unirla con tubería de fibro-cemento.

En el caso de la serie métrica todas las conexiones de 50 a 315 mm son de PVC Para diámetros mayores no se fabrican todas las conexiones de PVC; por ello es necesario utilizar piezas especiales de fierro fundido en combinación con extremidades de PVC, para lo cual se puede tener como referencia las piezas especiales de la tabla 5 inciso b, o juntas mecánicas diseñadas especialmente para tubería de PVC.

III.7. Cajas para la operación de válvulas

Las cajas de operación de válvulas serán construidas en los lugares señalados por el proyecto, a medida que van siendo instaladas las válvulas y piezas especiales que formarán los cruceros correspondientes. La construcción de estas estructuras se sujetará a los lineamentos señalados en los planos, cuyos diseños corresponden a los establecidos y aprobados en las normas de proyecto de la CONAGUA.

III.8. Pruebas de hermeticidad en tuberías de agua potable y tomas domiciliarias

La norma oficial mexicana NOM-001-CONAGUA establece las especificaciones mínimas de desempeño para los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, para asegurar la hermeticidad de éstos a largo plazo.

En dicha norma además se establecen las condiciones de operación y mantenimiento que garantizan una adecuada vida útil de los elementos a los que hace referencia.

De acuerdo con esta norma, todos los productos con los que se construyen los sistemas de agua potable y toma domiciliarias, deben estar certificados ante un organismo de certificación de producto en los términos que estipula la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, y cumplir con las especificaciones establecidas en las normas mexicanas correspondientes, cuando tales normas mexicanas hayan tomado como base las normas internacionales, en caso contrario, deberán cumplir con las normas internacionales correspondientes.

III.8.1. DRENAJE PLUVIAL

Para definir el drenaje pluvial idóneo para el proyecto se deben conocer las generalidades del clima, topografía e hidrología de la zona y en particular del terreno a lotificar.

Características climatológicas en el municipio.

El clima del municipio es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad La temperatura media anual es de 26° C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.

Topografía

El municipio se encuentra sobre una planicie de origen tectónico, las máximas elevaciones son inferiores a los 25 metros sobre el nivel del mar, estas elevaciones disminuyen hacia la zona de la costa.

Hidrología

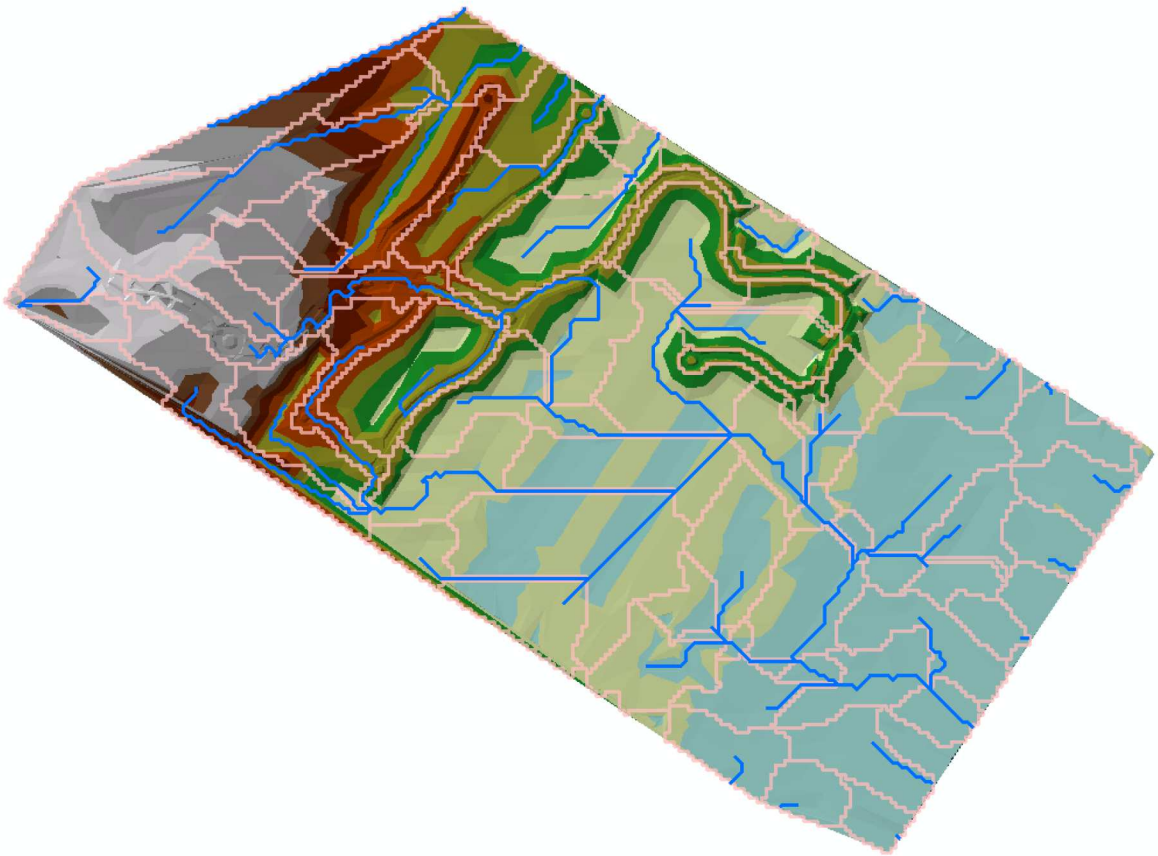
La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales. Por ello, se cuenta con innumerables cenotes. La profundidad de los acuíferos varía de 5 a 10 metros, pero también existen de 1 metro con un espesor promedio de 19 metros. Los tipos de aguas predominantes son las sódico-cloruradas y clorurada-sulfatada-sódica.

Descripción del sistema.

Uno de los estudios específicos que se llevaron a cabo en el predio para contar con todos los elementos técnicos para la toma de decisiones del diseño del proyecto es el Gehidrológico para establecer estratigrafía del subsuelo, las características del acuífero y la calidad del agua en el predio denominado “Los Castillos”. Este Estudio fue elaborado por la Consultoría GeoPen Geohidrología Peninsular (en colaboración con UGA Soluciones Ambientales), dirigida por el reconocido geólogo de la UNAM, Ing. Renán Méndez Ramos, integrante de la Sociedad Yucateca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C., y colaborador en el Consejo de Cuenca de La Península de Yucatán (se anexa estudio en medio electrónico).

El sistema pluvial propuesto para “Armonía Eco Residencial Sustentable”, se basa en el escurrimiento pluvial a lo largo de sus calles hasta pozos de absorción ubicados de forma tal que permitan desalojar de manera rápida el agua de la lluvia.

En la siguiente figura se puede ver el flujo establecido para los escurrimientos de las vialidades, permitiendo el encauzamiento de estas a los pozos de absorción.



Con este arreglo se asegura la captación del agua pluvial, la velocidad de absorción del pozo dependerá principalmente de que este se encuentre desazolvado y libre de basura, hojas y otros materiales que impidan el paso del agua hasta la zona de infiltración.

III.8.1.1. Gasto de Proyecto

La determinación del gasto pluvial en forma estricta es laboriosa y complicada, en el problema intervienen numerosos factores difíciles de valorar algunos y aun de determinar otros, de tal forma que los gastos determinados por los métodos más sofisticados serán siempre aproximados. Por otro lado también es importante determinar los costos beneficios de las obras involucradas y los daños causados por los encharcamientos o inundaciones de tal forma que la obra construida sea aprovechada al máximo, es decir, que el periodo de retorno de la tormenta de diseño sea él más pequeño posible con objeto de que las tuberías o pozos de absorción construidos se aprovechen al máximo año con año; En caso de seleccionar un periodo de retorno de 100 años, las tuberías o perforaciones teóricamente trabajan a su máxima capacidad una vez cada 100 años, por lo que una obra construida con dicho periodo resultaría totalmente antieconómica.

En el caso de sistemas de drenaje pluvial se recomienda utilizar períodos de entre 3 a 10 años. Para el caso presente se ha establecido un período de retorno de 5 años de acuerdo con los lineamientos que establece la CONAGUA. Para drenajes pluviales urbanos en zonas residenciales de alta densidad de acuerdo con la tabla 6.8 de la sección 6.9.1 y corresponde el mismo período para vialidades que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan según la tabla 6.9 de la misma sección.

De acuerdo con el principio de concentración, la rapidez de escurrimiento en un área donde no hay almacenamiento o detención de agua, puede expresarse como:

$$Q = C\ A\ I$$

Dónde:

Q = Gasto Pluvial en l/s
C = Coeficiente de escurrimiento
A = Área drenada en Ha.
I = Intensidad de lluvia

El artificio de este método consiste en hacer variar las intensidades de lluvia a partir de su tiempo de concentración, esto se debe principalmente a la forma en que ocurren las lluvias, es decir, lluvias de gran intensidad son de corta duración y viceversa, lluvias de poca intensidad son de larga duración.

Con base a lo anterior, es necesario calcular previamente los tiempos de concentración ya que a partir de ellos se determinará la intensidad de proyecto.

El tiempo de concentración exterior o tiempo de entrada a la tubería, se obtiene dividiendo la longitud recorrida entre la velocidad de escurrimiento superficial, esta última de acuerdo con Babbit se determina por:

$$V = 610\ C \sqrt{S}$$

En donde:

V = Velocidad en m/min

C = Coeficiente de escurrimiento
S = Pendiente del área por drenar (milésimas)

Substituyendo valores encontramos que el tiempo de concentración exterior Promedio es:

Tc = 10 min

Los tiempos de concentración interior o de traslado, se determinaron dividiendo la longitud del tramo entre la velocidad de escurrimiento, la cual se consideró igual a 1 m/seg.

III.8.1.2. Datos del Proyecto

Período de Retorno: **2 Años.**

Coeficiente de escurrimiento: **0.70 (Zonas residenciales).**

Método de Cálculo de los Gastos: Racional Americano.

Área Total del predio: 35.765 Ha

Área Total a Drenar: 14.138 Ha

Área racional: 9.897 Ha

Duración: 10 min

Intensidad (mm) 45.364

INTENSIDAD, DURACIÓN, PERÍODO DE RETORNO PARA PLAYA DEL CARMEN.

PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (Te)	DURACIÓN EN MINUTOS						
	5	10	20	40	60	100	120
2	30.306	45.364	63.271	84.566	98.845	119.022	126.871
5	39.999	59.874	83.509	111.616	130.462	157.093	167.453
10	47.332	70.851	98.819	132.078	154.380	185.893	198.152
25	57.026	85.361	119.057	159.128	185.997	223.965	238.734
50	64.359	96.338	134.367	179.591	209.915	252.765	269.433
100	71.692	107.314	149.676	200.054	233.832	281.565	300.132

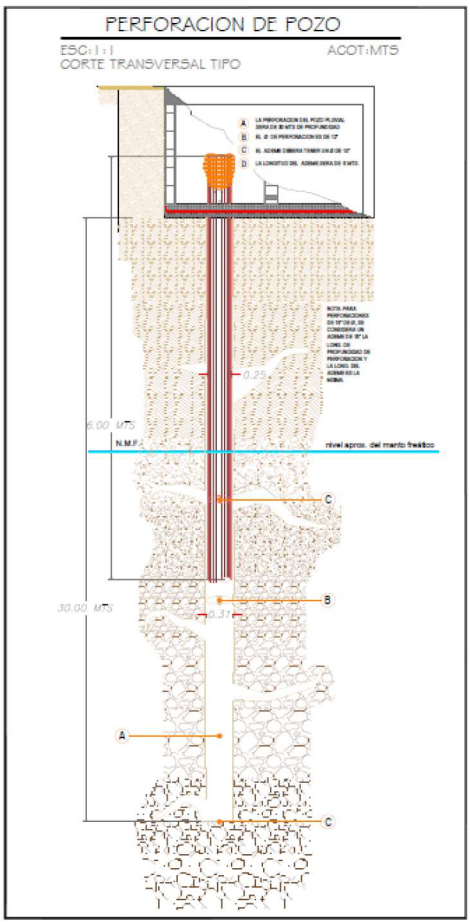
Gasto Racional = Qr= 0.70 X 9.897 X 45.364 = 314.27 l/s.

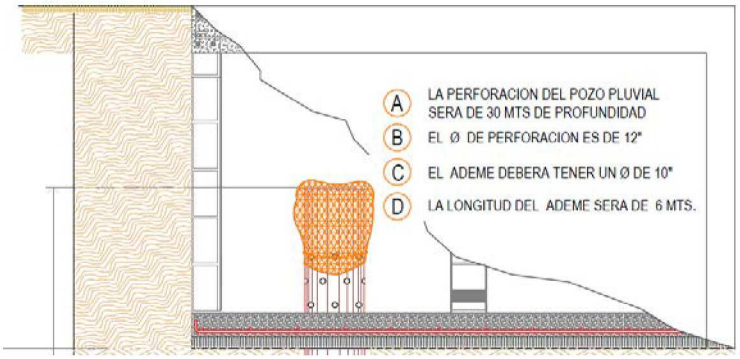
III.8.1.3. Pozos de Absorción

Los pozos de absorción se localizaron de modo tal que tengan la mayor eficiencia en su captación, el modelo del pozo de visita propuesto se presenta en la Figura 3 se recomienda la perforación de los pozos hasta una profundidad de 30 metros, en la que, de acuerdo con los

estudios geohidrológicos realizados en la zona de proyecto, se localiza un estrato de roca caliza con alto grado de desarrollo cárstico, con agua salobre y aguas salada.

Las características de este estrato permiten una absorción buena de las aguas pluviales, sin poner en riesgo la estabilidad de los acuíferos de agua dulce.





NOMENCLATURA

1. TRAZO Y NIVELACION (Se considera una sobreexcavacion de 50 cm x cada lado)
2. EXCAVACION (Se considera 5 cm de plantilla)
3. PLANTILLA DE CONCRETO POBRE F'C=100 KG/CM2 DE 5 CM DE ESPESOR.
4. FIRME DE CONCRETO DE 10CM DE ESPESOR DE F'C=150 KG/CM2, ARMADA CON VARILLA DEL # 3 @ 20CM EN AMBOS SENTIDOS.
5. CADENA DE CONCRETO F´C= 150KG/CM2 CON SECCION DE 12 X 20 CM Y ARMEX. (CD1)
6. MURO DE BLOCK DE SECCION DE 12 X 20 X 40 CM.
7. CASTILLO DE CONCRETO DE F´C=150 GK/CM2 DE SECCION 12 X 12 CM Y ARMEX. (C1)
8. LOSA TAPA DE CONCRETO DE F´C=200KG/CM2 CON 20CM DE ESPESOR Y ARMADA CON DOBLE PARRILLA DE VARILLA DEL # 3 @20CM EN AMBOS SENTIDOS.
9. APLANADO CON MACILLA DIRECTA, (interior de caja)
10. CONTRAMARCO DE CANAL "U" DE 1.10 MTS, CENTRADO DE ACERO DE 4" Y 1/4" DE ESPESOR PARA TAPA CIEGA.
11. CONTRAMARCO DE CANAL "U" DE 1.10 MTS, CENTRADO DE ACERO DE 4" Y 1/4" DE ESPESOR PARA REJILLA DE FoFo.
12. TAPA CIEGA DE FoFo. CON LEYENDA DE POZO PLUVIAL. TIPO PESADO DE 130 KG, CON LEYENDA DE POZO PLIVIAL DE 50X50CM.
13. REJILLA DE Fo.Fo. CON BISAGRAS DE 60X70 CM, PESO DE 168 kg
14. REJILLA DE METAL DESPLEGADO DE 6MM DE ESPESOR CON DIMENSIONES DE 70X94CM Y ANGULO DE ACERO DE 1"X1"X1/8". SE CONSIDERA PARA FIJACION AL MURO 4 VARILLA DE 3/8 DE 5CM DE LARGO QUE SERAN TAQUETEADAS Y SOLDADAS AL MURO. INC. RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO.
15. RELLENO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, PARA CAJAS PLUVIALES.
16. PERFORACION DE POZO PLUVIAL DE 30 MTS DE PROFUNDIDAD CON UN Ø DE 12" PARA ADEME DE 10", LA LONGITUD DEL ADEME ES DE 6 MTS.
17. MALLA TIPO GALLINERO DE 1/2" DE SEPARACION.
18. TUBO DE PVC DE 4" DE DIÁMETRO
19. PERFORACIONES DE 1.5" EN ADEME @ 10 CM
20. CARPETA ASFALTICA CON ESPESOR VARIABLE DE ENTRE 3CM EN VIA. SEC. Y 5 CM EN VIA. PRIM.
21. FILTRO DE TEZONTLE
22. CAMARA PARA TRAMPA DE AZOLVES Y GRASAS. EL PASO A LA SIGUIENTE ETAPA SE EFECTUA MEDIANTE 4 TUBOS DE PVC DE 4" DE DIAMETRO CUYA ADMISION SE ENCUENTRA 30 CM POR DEBAJO DEL NIVEL DE AGUA DE LA TRAMPA.
23. AZOLVES, GRASAS Y ACEITES

Proyecto a Implementar.

Caja pluvial con trampa de grasa

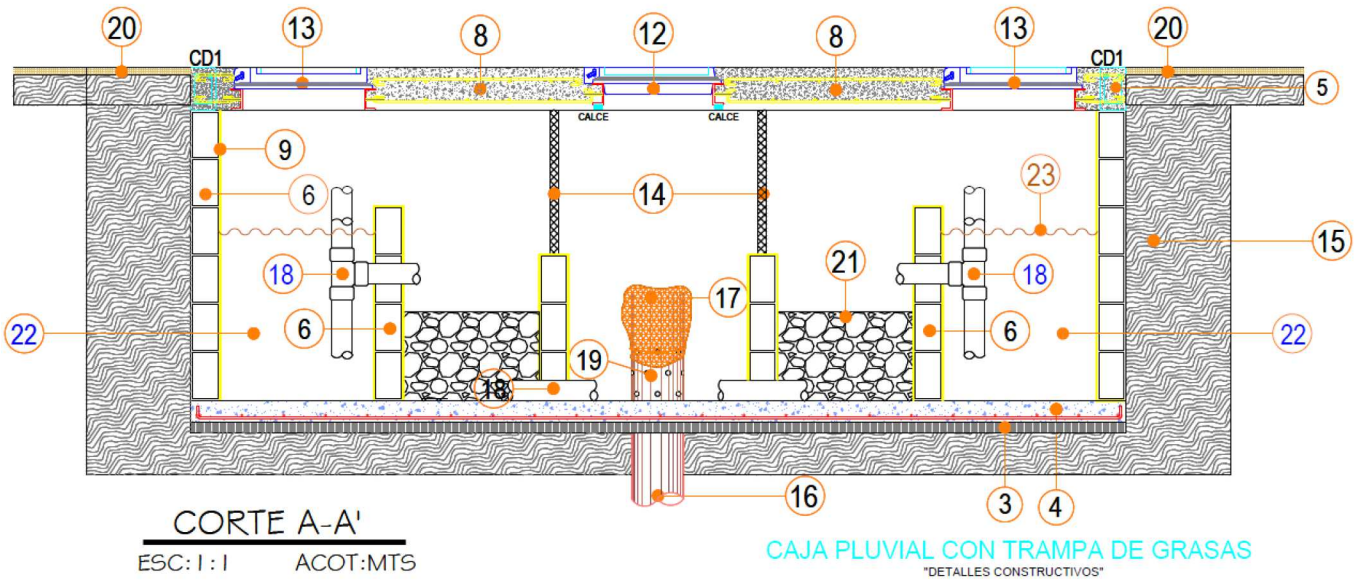
Admisión

La admisión de agua pluvial será por las múltiples coladeras que se encuentran sobre las vialidades del proyecto.

Primer Paso: Captura de Azolves y Grasas.
El agua adquirida por las coladeras caerá por gravedad a una primera cámara para la retención de azolves y grasas. El paso a la siguiente etapa se efectuará mediante 4 tubos de 10 cm. de diámetro cuya admisión se encuentra 30 cm. por debajo del nivel de agua de la trampa, con lo que se evita el paso de grasas, mismas que quedan flotando sin poder pasar a la cámara siguiente.

Segundo Paso: Filtrado Final
El agua ya libre de grasas y azolves pasa a una cama de tezontle de 30 a 40 cm. de diámetro. En esta cámara se retiene cualquier cuerpo pequeño que pudiera haber pasado las fases iniciales; ya filtrada el agua escapa por tres claros de 10 x 20 cm. ubicados en la parte baja del filtro de tezontle; estos claros van protegidos con rejillas de alambre galvanizado o aluminio con claro de 4 cm, las cuales impide el escape de tezontle.

Escape
El agua que rezuma de los claros ubicados en la parte baja de la cama de tezontle, corre por gravedad a un canal de descarga con pendiente de 2%. En el extremo de este canal se ubica el ducto de descarga con un diámetro de 20 cm.



Ubicación de estructuras pluviales.

Se han considerado 34 pozos de absorción distribuidos a lo largo de las vialidades para capturar el agua de las superficies impermeables (Área Racional), a razón de 10.47 l/s en promedio, de acuerdo con la capacidad de absorción de la zona es posible infiltrar hasta 30 l/s, por lo que el gasto drenado es menor a la capacidad de absorción.

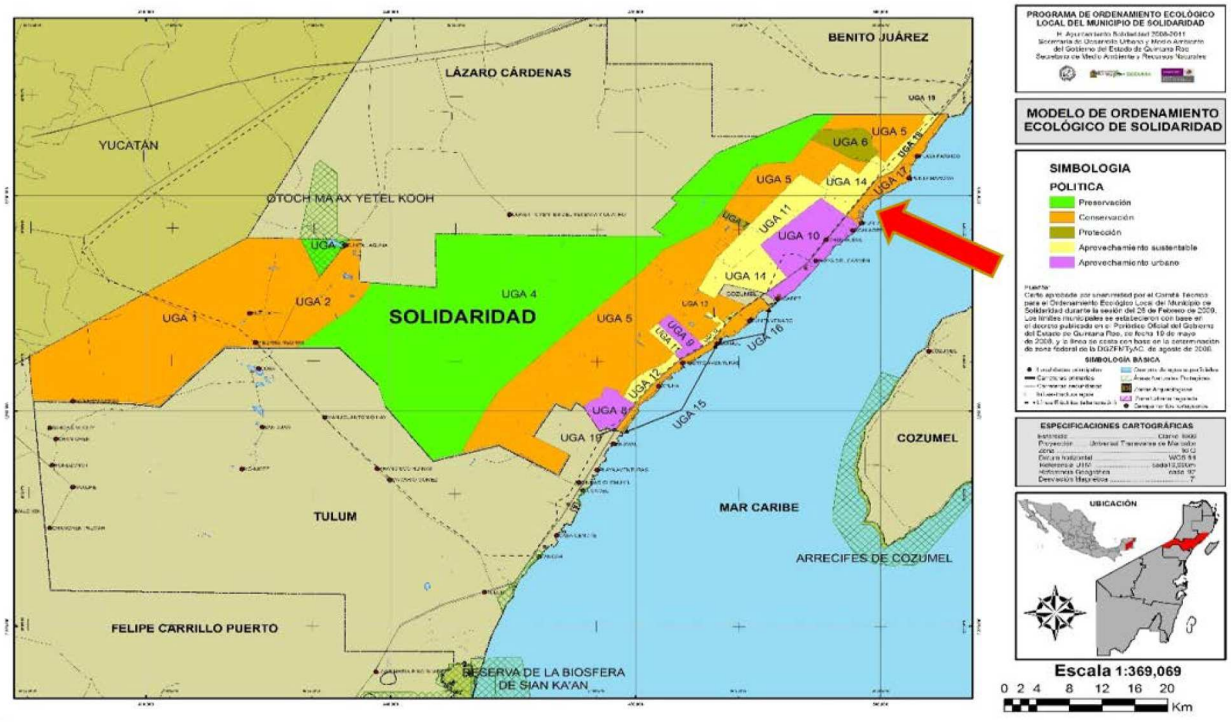
IV. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

Los instrumentos de política urbana y ambiental son los que definen los usos de suelo y sus potencialidades, y son observados por las autoridades de los tres órdenes de Gobierno. En este caso el instrumento rector en materia ambiental que determina criterios ambientales dentro del centro de población es el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo del 2009.

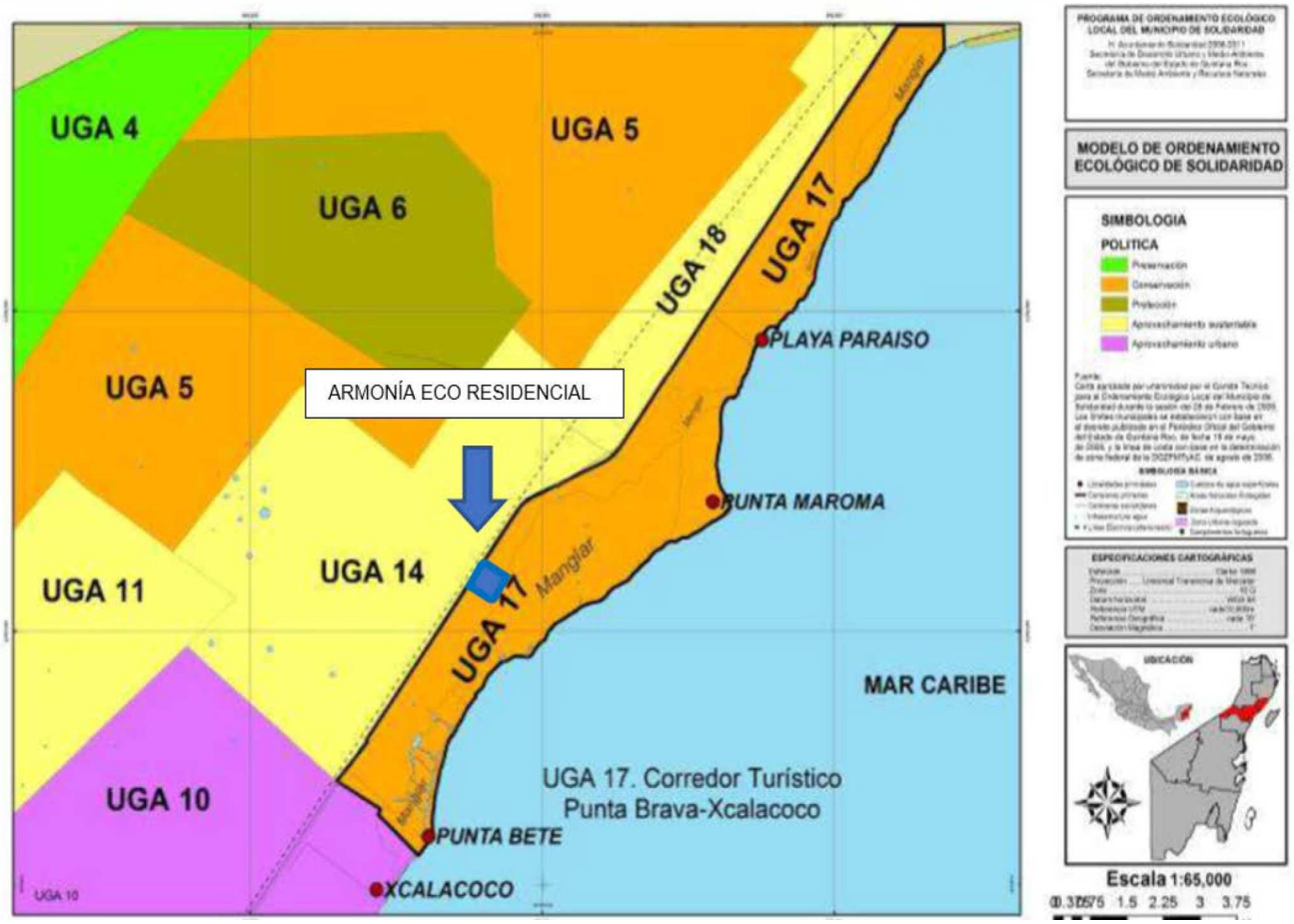
En este instrumento se definen las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) como "*las áreas en las que están zonificados los polígonos del territorio sujeto a ordenamiento, definidas por rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, georreferenciados, en condiciones de homogeneidad".* Determinado un total de 19 UGA´s

El sitio del proyecto se ubica dentro de la **UGA 17** denominada "**Corredor turístico Punta Brava-Xcalacoco**", a la que le corresponde una política de Conservación, donde es compatible el uso turístico.

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DE SOLIDARIDAD



Macro localización del predio del proyecto, en la UGA 17



Unidad de Gestión Ambiental		17	
Nombre	**CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-XCALACOCO**		
Política ambiental	Conservación		
Superficie	2,922.96 hectáreas	**PORCENTAJE MUNICIPAL**	1.47 %
Escenario inicial	Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada y recientemente afectada por los huracanes Emily y Wilma.		
Tendencias	Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística.		

Lineamiento ambiental	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue los desarrollos de esta zona, se logra la integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos, que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.	
Estrategias ambientales	• Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran. • El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece. • Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable. • Se realizará una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos. • Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos. • Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación. • No se genera contaminación al manto freático ni al suelo. • Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles. • Se registra en bitácora ambiental el cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. • Los desarrollos reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.	
Vocación de uso de suelo	Turística.	
Usos condicionados	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.	
Usos incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero	
Criterios de regulación ecológica	**USO**	**CRITERIOS ESPECÍFICOS**
	Suburbano	13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.
	Comercial	06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
	Equipamiento	32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.

Por otra parte, cabe señalar que los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad han sido organizados en tres grupos:

- **Criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG),** que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares:

- **Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU),** que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares: y

- **Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE),** son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Tal como se mencionó anteriormente, los criterios generales son aplicables a la totalidad del territorio ordenado "fuera de los centro de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad", independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares, de igual manera los criterios de regulación ecológica de carácter específico, son aplicables a la totalidad del territorio ordenado "fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad". Al respecto el predio del proyecto se encuentra fuera de un centro de población legalmente constituido, por lo tanto, le aplican tanto los criterios generales como los específicos.

Considerando lo anterior, a continuación, se presenta un análisis con respecto a la congruencia del proyecto con los Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas, aplicables a la UGA 17 en la que se circunscribe el predio de interés.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El presente proyecto se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre.
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el	En la presente MIA-P se anexa el Programa de Rescate de Vegetación. El programa se implementará previo a las actividades de desmonte y despalme del proyecto. El rescate de vegetación estará dirigido a las áreas que serán susceptibles de

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Aprovechamiento. El programa incluye una lista de especies que, de acuerdo con sus características biológicas y ecológicas, se considera que son más recomendables de rescatar, asimismo, se presenta la densidad estimada, los métodos, el equipo requerido, plano georeferenciado y el programa de trabajo.
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	En la presente MIA-P se anexa el Programa de Rescate de Fauna. Dicho programa se implementará previo a las actividades de desmonte y despalme del proyecto. En él, se incluye un listado de especies por rescatar, los métodos, equipo de rescate, programa de trabajo, entre otros.
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	El proyecto contará con 232,701.96 m^2 de áreas de conservación, por lo anterior y en cumplimiento al presente criterio, como anexo se incluye el Programa de Arborización y Ajardinado, en el cual se propone el uso de especies nativas propias de los tipos de vegetación encontrados en el predio. Ninguna de las especies seleccionadas para las actividades de arborización y ajardinado, se encuentra incluida en el listado de especies exóticas-invasoras de la CONABIO.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de	El resultado del estudio del predio permitió conocer su topografía, determinar la existencia de escorrentías y definir los ensambles vegetales que en

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	él existen. A partir de esta información se realizó el plan maestro el cual se ajustó para evitar intervenciones en áreas frágiles. El proceso se expone en el Capítulo IV de este documento. La zonificación ambiental permitió definir las áreas de aprovechamiento y las de conservación, mismas que se distribuyen de la siguiente manera:

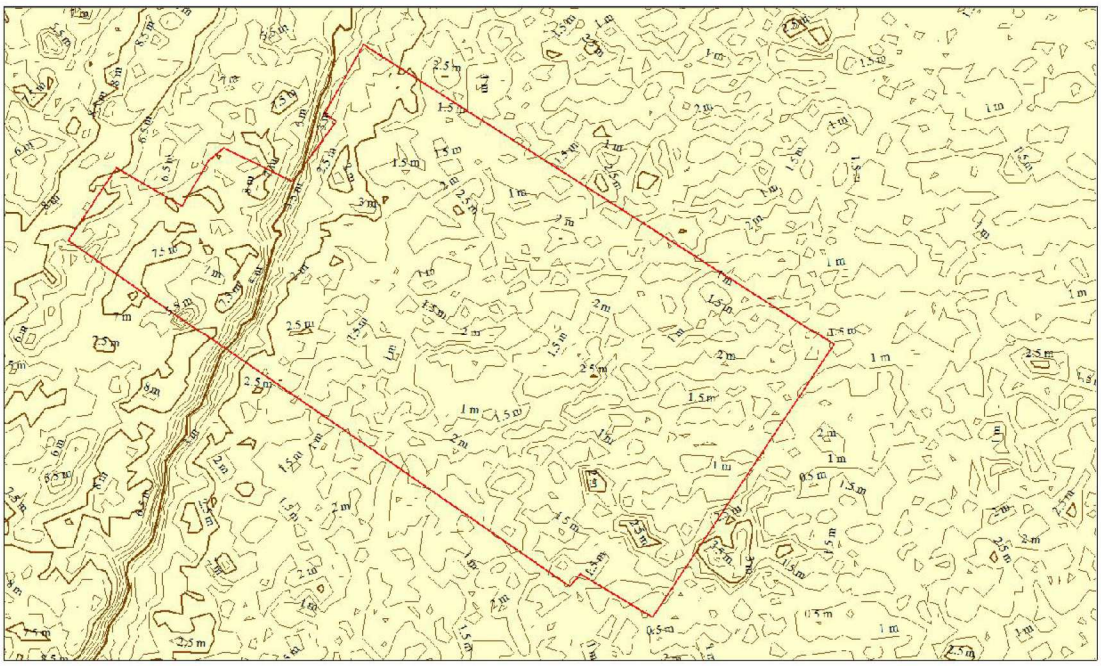
La zonificación del proyecto conforme a los estudios bióticos y físicos del predio permitieron definir la zonificación del espacio conforme se muestra en la siguiente imagen:

La definición del espacio, las superficies de aprovechamiento y de ocupación del terreno que se pretenden se muestran en la siguiente tabla:

USO	Lotes	Aprovechamiento (m^2)	Conservación (m^2)	Total (m^2)
Unifamiliar	44	35,947.73	0	35,947.73
Condominal	36	45,248.29	0	45,248.29
Comercial mixto	9	12,043.04	0	12,043.04
Conservación		0	232,701.96	232,701.96
Equipamiento	8	7501.08	0	7501.08
Vialidades		24,209.90	0	24,209.90
TOTAL	97	**124,950.04**	**232,701.96**	**357,652.00**
PORCENTAJE		**34.94%**	**65.06%**	**100.00%**

Lo anterior de acuerdo con la siguiente información de zonificación ambiental en la que se corresponde el carácter topográfico con la vegetación:

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento



Lo antes expone las intervenciones consideradas, en zonas determinadas y que el proyecto pretende modificar el 12.49 Ha y conservar 23.28 Ha del total del predio, mismas que se muestran por unidad de paisaje del predio. Sobre esta base paisajística se expone la siguiente tabla:

<table>
<tr><th>Criterio</th><th>Descripción</th><th>Propuesta de cumplimiento</th></tr>
<tr><td colspan="3">
<table>
<tr><th>Unidad de paisaje</th><th>Aprovechamiento Ha</th><th>Conservación Ha</th><th>Total Ha</th></tr>
<tr><td>Selva baja subcaducifolia</td><td>4.49</td><td>1.02</td><td>5.51</td></tr>
<tr><td>Selva baja de transición</td><td>8.00</td><td>5.24</td><td>13.24</td></tr>
<tr><td>Bajos inundables</td><td>0</td><td>3.43</td><td>3.43</td></tr>
<tr><td>Manglar</td><td>0</td><td>13.59</td><td>13.59</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>12.49</td><td>23.28</td><td>35.77</td></tr>
</table>
La zonificación del terreno, en el que se sembró el proyecto muestra que se dejan áreas sensibles por lo que su trazo promueve la conservación y continuidad de procesos naturales que el mismo predio ofrece.
</td></tr>
<tr><td>CG-06</td><td>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.</td><td>Tal como se indica en el presente criterio, el proyecto realizará el aprovechamiento integral de los recursos naturales, esto se hará al efectuar acciones como: la recuperación de la capa fértil de suelo producto del despalme dentro de las áreas que serán susceptibles de aprovechamiento y a realizar el triturado del material vegetal (mulch) resultante del chapeo y desmonte, mismo que será utilizado por el proyecto para incorporar este a sus áreas de conservación con la finalidad de enriquecer su sustrato.</td></tr>
<tr><td>CG-07</td><td>Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.</td><td>El desarrollo contará con un sistema interno de drenaje y alcantarillado sanitario para enviar todas las aguas residuales de la etapa de operación a la planta de tratamiento. Las aguas residuales se consideran de tipo doméstico e incluirán aguas residuales de los lotes. Derivado de lo anterior la norma que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público es la NOM-003-SEMARNAT-1997, y que en sus numerales 3.1, 3.3, 3.10, 3.11 y 3.12 se establecen las siguientes definiciones, mediante las cuales se ajusta la PTAR contemplada en el proyecto. Así también en sus numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 se</td></tr>
</table>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		establecen las especificaciones, así como los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas y que son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana, cuya vinculación con la misma se especifica más adelante en este mismo capítulo, así mismo la descripción de la PTAR se presenta en el capítulo II, la que incluye la capacidad y proceso. El agua tratada será utilizada para el riego de las áreas de conservación y se vigilará que esta cumpla con la normatividad ambiental vigente para poder ser reutilizada en esta actividad.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto cumplirá con lo establecido en el presente criterio. El drenaje pluvial será canalizado a pozos pluviales donde se requiera, y el drenaje sanitario será dirigido hacia la PTAR que será instalada para el tratamiento de las aguas residuales.
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	El drenaje pluvial será canalizado a pozos pluviales donde se requiera, sin embargo, previo a la construcción de dichos pozos se solicitará a la CONAGUA su autorización, así mismo se solicitará a esta misma dependencia las características particulares de las instalaciones necesarias para garantizar la retención de sedimentos o contaminantes a fin de que puedan ser aprobados por la CONAGUA, tal como lo establece el presente criterio.
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Todo material calizo o recurso natural pétreo que se utilice durante las diferentes etapas del proyecto será adquirido en bancos de materiales o casas de materiales autorizadas para su venta.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas	Como lo dicta el presente criterio, para el control de plagas sólo se utilizarán sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Sin embargo, solo serán utilizados en caso necesario y

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	(CICOPLAFEST).	específicamente para la peste o plaga a tratar.
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	Se anexa al presente, el programa de monitoreo del desempeño ambiental, en el que se establecen los indicadores de calidad ambiental que permitirán identificar la eficiencia de las medidas sobre los principales componentes de la biota.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Como lo dicta el presente criterio, los residuos derivados de la obra se colocarán provisionalmente en las áreas de desplante. Como Anexo se presenta el Programa de Manejo de Residuos en el cual se establecen las pautas para la correcta disposición de los diferentes tipos de residuos generados por el proyecto.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluyen de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	Dentro del predio del proyecto no se introducirán especies de flora o fauna considerada como exótica e invasora. El proyecto verificó que las especies propuestas para las labores de arborización y ajardinado no incluya aquellas que se encuentren dentro del listado de la CONABIO.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o	Anexo al presente estudio se incluye el Programa de Manejo de Fauna donde se incluyen las especies enlistadas en la

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	NOM-059-SEMARNAT-2010 presente en el predio. Durante el estudio de fauna realizado, no se observaron sitios de anidación o reproducción de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante lo anterior se pretende mantener una superficie de 191,536.42 m^2 como área de conservación con vegetación natural, la cual servirá como sitios de anidación o reproducción. Fundamento técnico para determinar que no se identificaron sitios de anidación o reproducción.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	El proyecto no prevé la instalación de campamentos de construcción toda vez que los trabajadores provendrán de los poblados o zonas urbanas más cercanas al proyecto como Puerto Morelos (Municipio Benito Juárez) y Playa del Carmen (Municipio de Solidaridad). Si bien no se considera la instalación de un campamento, sí se contempla la instalación de un comedor de obra, el cual contará en todo momento con acceso a agua potable, para el manejo de los residuos generados en esta área. Dentro del Programa de Manejo de Residuos se contemplan las actividades para el manejo y correcta disposición de estos. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, serán instalados sanitarios portátiles tipo sanirent a razón de 1 por cada 10 trabajadores.
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM- 015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	La citada norma regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y establece los criterios para ordenar la participación social y del gobierno en la detección y el combate de los incendios. Tomando en cuenta lo establecido en la norma antes mencionada, el proyecto no hará uso del fuego para la limpieza de las áreas de aprovechamiento en

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		ninguna de sus etapas.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	El predio del proyecto tiene una superficie de 35.77 ha. por lo tanto, una vez autorizado en materia del impacto ambiental se presentará, de manera semestral a la SEDUMA, durante las etapas de preparación y construcción un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especificarán los tipos de vegetación afectados y su superficie.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	El proyecto incluye vialidades por lo que, en cumplimiento a la LGEEPA y este criterio, se somete al Procedimiento Evaluación de Impacto Ambiental el presente estudio.
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	La red pública más cercana es la que se ubica en Playa del Carmen (Municipio Solidaridad), localidad que se encuentra a más de 10,000 metros de la zona del proyecto.
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá	Para cumplir cabalmente con el presente criterio, se aplicarán las medidas de prevención que son presentadas en los capítulos II y VI del presente estudio, con el fin de evitar al máximo el derrame de sustancias que puedan ser potencialmente contaminantes para el ambiente. Asimismo, como anexo se presenta el Programa de Manejo de Residuos en el que se incluyen acciones para el manejo y correcta disposición de residuos sólidos y peligrosos o de manejo especial.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	
CG-22	El uso de explosivos estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	En ninguna de las etapas del proyecto se hará uso de explosivos.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	El proyecto contará con un almacén para el acopio temporal de residuos peligrosos, y contratará a una empresa autorizada para que se haga cargo de la disposición final de los mismos. Asimismo, como anexo se presenta un Programa de Manejo de Residuos en el que se establecen las pautas para la correcta disposición y manejo de residuos sólidos y peligrosos ó de manejo especial.
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona o ecosistema costeros del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	De acuerdo con la presente definición, el proyecto se encuentra en la zona costera del municipio de Solidaridad, ya que el predio del proyecto se encuentra entre la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) y la carretera federal 307.
CG-25	La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y	De acuerdo con el criterio CE-27 la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de	De los 357,652.00 m^2, el proyecto prevé un aprovechamiento de 124,950.04 m^2, lo cual equivale al 34.94 % de la superficie total del predio. El resto del predio 232,701.96 m^2 (65.06 %) se mantendrá como área de conservación, por lo tanto, se cumple con lo establecido en este criterio.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	En el predio no se encontraron ruinas o cuerpos de agua con vestigios arqueológicos.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto no constituye infraestructura o equipamiento regional de interés público.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	Las especies vegetales y recursos forestales que se requieran en las diferentes etapas del proyecto serán adquiridos en UMA's para el caso de especies vegetales enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los productos maderables con productores forestales autorizados.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	Anexo a la presente manifestación se presenta el estudio de mecánica de suelos el cual servirá para determinar la profundidad de la cimentación con el propósito de garantizar la estabilidad de las obras y la protección del acuífero.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	No serán necesario un campamento de construcción dentro del predio, sin embargo, se capacitará al personal mediante el Programa de Capacitación y Difusión Ambiental anexo, sobre la importancia de conservar, proteger y respetar a la flora y a la fauna del predio.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-31	En caso de que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de las mismas, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	El predio del proyecto no contempla construcciones sobre cavernas, secas o inundadas a la vista, ni subterráneas, lo cual se demostró con el estudio de mecánica de suelos anexo a la presente manifestación.
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El predio del proyecto cuenta con vegetación de manglar por lo que se acatará a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	Dentro del predio del proyecto no fue detectada ninguna caverna o cenote.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	Para el manejo de aguas residuales, durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, se contará con sanitarios provisionales tipo sanirent a razón de 1 por cada 25 trabajadores. Las aguas residuales provenientes de dichos baños serán retiradas según sea necesario por una empresa autorizada por la autoridad competente. Ahora bien, durante la etapa de operación el proyecto contará con una PTAR. Cabe señalar que en el predio del proyecto no existe la presencia de cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	El promovente ejecutará el Programa de Manejo de Residuos (Anexo) que aplicará durante las diferentes etapas del proyecto tal y como lo dicta el presente criterio.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del	El proyecto que se pretende no es un fraccionamiento, es un condominio del tipo suburbano, la ley de

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	Fraccionamientos no establece que los inmuebles de tipo condominal se destinarán exclusivamente a fraccionamientos turísticos, el artículo 10 a la letra dice: *Articulo 10.- Los fraccionamientos turísticos hoteleros se destinarán exclusivamente a la construcción de inmuebles que presten el servicio de hospedaje a terceros, o bien inmuebles de tipo condominal para hospedaje de tipo temporal de sus propietarios o inquilinos.* *En los fraccionamientos turísticos de tipo mixto hotelero habitacional podrán adicionalmente construirse viviendas, tanto del tipo unifamiliar, como edificios departamentales, de conformidad a las densidades, alturas y características de construcción que hubiesen sido aprobadas en el proyecto respectivo.* *Exceptuando los fraccionamientos turísticos de tipo condominal, en todos los demás casos, los fraccionamientos turísticos contarán con zonas comerciales y recreativas de acceso público.* Así mismo la Ley de Propiedad en Condominio de Inmuebles del Estado de Quintana Roo en su última reforma publicada en el Periódico Oficial el 22 de marzo del 2011 establece, que por su uso los inmuebles en condominio podrán ser habitacionales y mixtos, entre otros: *CONDOMINIO.- Se denominará Condominio al grupo de lotes de terrenos, departamentos, viviendas, casas, locales o naves de un inmueble construido en forma horizontal, vertical o mixta, susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél y a la vía pública y que pertenecieran a distintos*

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		propietarios los que tendrán un derecho singular y exclusivo de propiedad sobre su Unidad de Propiedad Exclusiva y además un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble, necesarios para un adecuado uso y disfrute; *ARTÍCULO 5.- Los condominios de acuerdo con sus características de estructura y uso, podrán ser:* *II.- Por su uso:* *a) Habitacional.- Son aquellos en los que las unidades de propiedad exclusiva están destinadas a la vivienda;* *b) Comercial o de servicios.- Son aquellos en los que las unidades de propiedad exclusivas están destinadas al giro o servicio que corresponda según su actividad;* *c) Industrial.- Son aquellos en donde las unidades de propiedad exclusiva se destinan a actividades propias del ramo; y* *d) Mixtos.- Son aquellos en donde las unidades de propiedad exclusiva se destinan a dos o más de los usos señalados en los incisos anteriores.* Adicionalmente a lo anterior, se puede mencionar, en relación al criterio GE-36, el proyecto también cumple con lo dispuesto en la Ley de Fraccionamientos en el estado de Quintana Roo, última reforma publicada el 15 de diciembre de 2011 en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, en relación al aprovechamiento máximo de los predios, en virtud de que en el artículo 15 se determina que la superficie a destinar para espacios libres será como mínimo del 60% y el desarrollo tiene casi un 70% en ese rubro.

CRITERIOS ESPECÍFICOS

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales		
CE-06	Se deberá realizar la reutilización del agua tratada para el riego de áreas verdes y áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	En concordancia con el criterio CG07, las aguas tratadas en la PTAR serán reutilizadas dando cumplimiento a la NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Publicado en el D.O.F. 21/Sep/98. El efluente de la planta de tratamiento será utilizado para riego y el excedente se dispondrá en un pozo profundo.
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas y lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas y chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	Dentro del predio no se encuentran cuerpos de aguas continentales, por lo que no es aplicable este criterio.
CE-11	Se permiten las excavaciones dentro del predio siempre y cuando se obtenga la autorización por parte de la SEMARNAT y en el caso que se desee alumbrar el acuífero, también la de la CONAGUA. El material resultante de la excavación se podrá emplear dentro del predio, no estando permitida su comercialización. En caso de que exista material remanente o bien éste no se emplee dentro del predio deberá obtenerse antes de su retiro del predio la autorización correspondiente de la SEDUMA para el traslado y disposición final del material.	Por el diseño del proyecto y sus procesos constructivos relativos a un proyecto residencial mixto con comercio, no se pretenden excavaciones que alumbren el manto acuífero. No se esperan remanentes de material. En ese sentido, se considera que el alcance de este criterio no es aplicable al proyecto.
CE-13	La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto, La densidad no es acumulable por usos de suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción le aplicará la densidad que corresponde a cada UGA. En el caso que se	El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto se ubica en una sola UGA y cuenta con una superficie de 35.77 Ha; de acuerdo con lo establecido en el CE-20 la densidad para esta UGA es de hasta 12 viviendas residenciales por hectárea. En virtud de lo anterior, al predio del proyecto le corresponde una densidad de

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce el entero inferior, desde 0.51 en adelante se incrementa el entero superior.	hasta 429 viviendas y comprende 420.
CE-20	La densidad para fraccionamientos suburbanos de tipo residencial es de hasta 12 viviendas residenciales por hectárea, con superficie mínima de los lotes de 800 m² y con un coeficiente de ocupación del suelo de 40 %.	La densidad de viviendas permitida para el proyecto es de 12 viviendas por hectárea. El proyecto se pretende en desplantar en un área de 35.77 Ha por lo cual corresponde hasta 429 viviendas, de las cuales el proyecto sólo contempla construir 420, por lo cual, se advierte que el número de viviendas está por debajo de la densidad permitida para esta UGA. Con relación a la superficie mínima de los lotes, se advierte en la tabla "RESUMEN DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS DEL CONDOMINIO" de la página 11-13 de la MIA-P, que la superficie mínima de los lotes habitacionales es de 800 m^2 dando cumplimiento a la superficie mínima establecida en el presente criterio. En cuanto al Coeficiente de Ocupación del Predio (COS) se pretenden desarrollar 10.07 Ha (Caseta de acceso, Comercial mixto, Condominales, Equipamiento y Unifamiliar) de las 35.77 Ha que componen al predio, lo cual equivale al 28.17%, que está por debajo del 40% establecido, por lo cual se cumple con lo establecido en el presente criterio. Y si se consideran los accesos vialidades y se da como resultado un aprovechamiento de 12.49 ha, equivalente al 34.94 %.
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio en donde se	De los 357,652.00 m^2 que tiene el predio, el desarrollo prevé el

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	aprovechamiento de 124,950.04 m^2 (34.94 %), y el restante de 232,701.96 m^2 (65.06 %) será mantenido como área de conservación con vegetación natural Como se puede apreciar, el proyecto aprovechará una superficie menor de la que tiene autorizada, por lo anterior, se cumple con lo establecido en el presente criterio.
CE-32	El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.	La infraestructura del proyecto es privada y no pública por lo que no es aplicable el criterio. No obstante, la infraestructura ocupará una extensión de desmonte en función de la superficie de aprovechamiento aplicable del 35% ello en concordancia con el uso de suelo suburbano y comercial especificado en el criterio CE-27
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25% de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	No se ocupa franja litoral rocosa. El polígono predial no colinda con la costa.
CE-40	La construcción de marinas o canales internos de navegación estará condicionada a estudios ambientales, geohidrológicos y de modelaje que avalen la viabilidad técnica y ambiental del proyecto. Dichos estudios deberán ingresarse de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental correspondiente y deberán considerar la interacción de las obras y actividades proyectadas con el acuífero, el flujo hidrológico, los ecosistemas terrestres y marinos adyacentes, demostrando que no se generarán desequilibrios ecológicos graves al ambiente, ni impactos significativos a los procesos costeros o los recursos naturales como la tortuga marina, arrecifes, entre otros.	El polígono predial no colinda con la costa por lo que el criterio no es congruente con el proyecto.
CE-41	La superficie que se destine a la apertura de canales o marinas -incluido el espejo de agua y taludes- formará parte de la superficie de	El polígono predial no colinda con la costa por lo que el criterio no es congruente con el

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	aprovechamiento indicada para el uso del suelo Marina.	proyecto.

A continuación, se realiza una comparativa de los principales parámetros de las condicionantes aplicables respecto a las superficies y densidades del Ordenamiento Ecológico comparadas con el proyecto planteado, para resaltar que se está por debajo de los límites máximos permisibles.

TABLA COMPARATIVA DE PARAMETROS EN FRACCIONAMIENTOS SUBURBANOS (UGA No.17) CON EL DESARROLLO "ARMONIA ECO RESIDENCIAL"			
PARAMETROS DE FRACCIONAMIENTOS SURBANOS	**UGA No 17 (NORMATIVA)**	**DESARROLLO "ARMONIA ECO RESIDENCIAL"**	**DIFERENCIA**
% de Aprovechamiento Máximo	35.00%	34.94%	- 0.06%
Superficie de Aprovechamiento	125,178.20 m^2	124,950.04 m^2	- 228.16 m^2
Densidad Permisible (12 Viv / Ha)	429 (viv/ha)	420 (viv/ha)	- 9 (viv/ha)
Superficie Mínima de Lotes	800 m^2	801.00 m^2	+ 1 m^2
ETJ Autorizado por SEMARNAT (Ha)	11.12 (ha)	10.03 (ha)	- 1.09 (ha)
Coeficiente de Ocupación 40 %	143,060.8 m^2	139,586.11 m^2	- 3,733.38 m^2

Lineamientos para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo		
CE-52	Se deberán establecer letrinas secas composteras o fosas sépticas prefabricadas para la disposición y tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. El efluente de la fosa séptica deberá cumplir lo establecido en la normatividad vigente, la disposición final del efluente se podrá realizar mediante humedales artificiales que sean impermeables y no permitan la infiltración al suelo y subsuelo.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se colocarán letrinas móviles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, durante la operación el proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales la cual se ajustará a la normatividad aplicable, por lo que no se considera que se contravenga el criterio en comento. Las aguas residuales serán tratadas en una PTAR con una capacidad de 4.71 l.p.s., se pretende reutilizar las aguas tratadas en jardines y lavado de áreas comunes al cumplir con los máximos permisibles

		indicados por la NOM-003-SEMARNAT-97. Por el tipo, y existencia de la PTAR no se requieren letrinas secas composteras o fosas sépticas. Las aguas sobrantes serán enviadas a un pozo de rechazo previamente autorizado por la CNA que es la autoridad competente en la materia y bajo las especificaciones normativas aplicables (NOM-SEMARNAT-001-96).
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	Parte del equipamiento e infraestructura del proyecto incluyen la instalación y operación de una PTAR con una capacidad de 4.71 l.p.s. para una ocupación máxima de 1,800 habitantes día. Esta infraestructura sanitaria cumplirá con las especificaciones indicadas en la NOM-003-SEMARNAT-1997.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	La PTAR será operada por técnicos especializados los que darán el cumplimiento semestral a los requerimientos indicados referente al tratamiento y manejo de los lodos, el reporte contará con los siguientes: • Volumen de agua. • Tratado. • Tipo y características de los lodos. • Otros residuos generados. • Tratamiento aplicado a los lodos. • Resultados del análisis CRETIB. • Sitio o forma de disposición final. • Cumplimiento con la NOM-004-SEMARNAT-2002.
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas	El programa de atención a contingencias derivadas de

	de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre se anexa a la presente MIA-P.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes**.**	Las medidas adecuadas que previenen contaminación hacia zonas del humedal inundable corresponden a las siguientes:

Por las obras y actividades que se pretenden en las diferentes etapas del proyecto, no se considera el arrastre de sedimentos de descargas de aguas, hacia el humedal, estos lotes se encuentran alejados de la zona del humedal. No obstante, se contará con las siguientes medidas.

Medidas de prevención, por posible contaminación a la zona inundable (humedal) del proyecto.

Preparación de sitio.
1. Conservación y área de amortiguamiento en la zona del humedal y zona de manglar.
2. Delimitación de la zona del humedal.
3. Letreros informativos.
4. Divulgación de las medidas de precaución derivado de las actividades de preparación y construcción.

Construcción.
1. El proyecto se diseñó evadiendo las escorrentías del terreno. Éstas serán delimitadas.
2. Se tendrán materiales absorbentes para, en caso fortuito, prevenir que el suelo sea impregnado con algún derrame accidental.
3. Se mantendrán los equipos y maquinarias en perfectas condiciones, si están detenidos deberán evitar goteos de aceites o grasas, deberá de colocarse una lona debajo de la maquinaría o ésta en una tarquina con la finalidad de contener que el aceite o grasas tenga contacto con el suelo.
4. En caso de vertimientos accidentales se corregirá de manera inmediata, con materiales absorbentes y su contención de los materiales impregnados en contenedores con tapa.

Operación.
1. Se contará con una PTAR que procesará las aguas servidas.
2. Las aguas de rechazo se verterán en un pozo profundo con los MMP indicados por la NOM-001-SEMARNAT-1996. Lejos del humedal y a profundidad enviados vía pozo con ademe.
3. Por el uso habitacional y comercial que se pretende no se generarán sedimentos que puedan ser arrastrados a la zona del humedal.
4. El proyecto se diseñó en función de la conservación del humedal, así como de los conectores de fauna, protección a orientada a escorrentías, cuerpos de agua y bajos inundables.

La totalidad de las obras del proyecto se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes con la aplicación de parámetros urbanísticos, arquitectónicos y paisajísticos aplicables al desarrollo, ya que las vialidades serán construidas con sistemas

permeables evitando la conducción de aguas de lluvia, así como la totalidad de las obras al permitir la absorción de la lluvia de forma natural en las propias áreas de conservación, sin alterar los patrones existentes.		
CE-58	En las áreas en las que se alumbre el acuífero se llevará a cabo un programa de monitoreo semestral de las características fisicoquímicas del agua para realizar una detección oportuna de la presencia de contaminantes químicos y biológicos. Así mismo, se realizará una evaluación ambiental del cuerpo de agua alumbrado para dar seguimiento al proceso de colonización biótica que se presente. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. Los reportes correspondientes se presentarán a la autoridad federal competente y a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	Lo establecido en el criterio no es aplicable, en los lotes comerciales y comercial mixto, no se pretende aflorar o alumbrar el acuífero. El proceso constructivo será de albañilería tradicional para la zona de Quintana Roo.
CE-62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.	En el predio del proyecto existe la presencia de manglares, sin embargo, no serán utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas.
CE-63	Se permite el establecimiento de estaciones de servicio, bajo los estándares de PEMEX y que obtengan las autorizaciones correspondientes en materia ambiental y de protección civil.	Se considerará el criterio conservando el derecho que el éste ofrece. En caso de que los compradores secundarios pretendan una estación de PEMEX en el Lote 1 se harán las gestiones y se obtendrán los permisos conducentes.
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	El proyecto no contempla la construcción o dragado de canales, sin embargo, todos los materiales que sean generados por la nivelación de áreas de

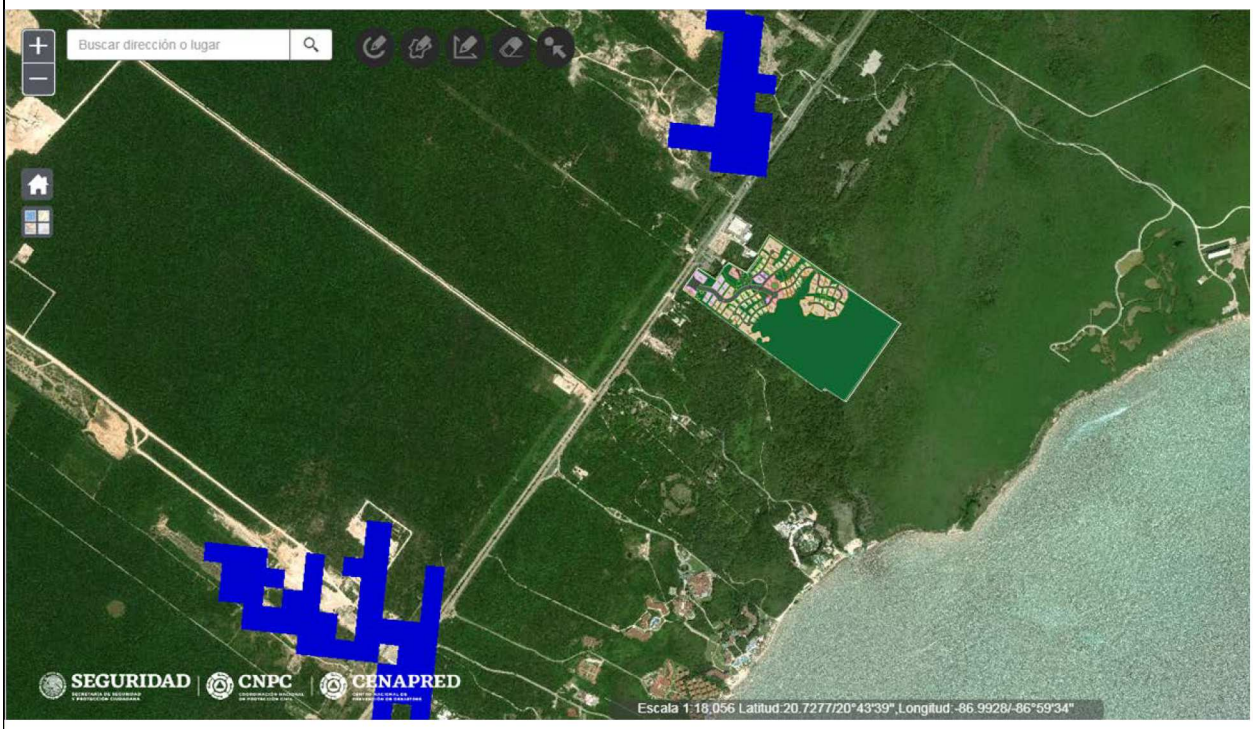
		construcción serán colocados en lugares estratégicos acondicionados apropiadamente.
CE-65	El mantenimiento de embarcaciones deberá realizarse en marinas secas, que cuenten con las medidas e instalaciones para evitar la contaminación del suelo, aire y agua y para la adecuada disposición de todo tipo de residuo.	El criterio no es congruente con el proyecto. El proyecto no pretende el mantenimiento de embarcaciones.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	El predio no colinda con playa.
CE-80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	Dentro del predio del proyecto, no se registraron cenotes u accesos a cavernas, por lo que lo establecido en el presente criterio no le es aplicable al proyecto.
CE-81	Las cercas, bardas y/o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	El proyecto no contempla ningún tipo de cercas, bardas o muros perimetrales para instalarse en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y/o ecosistemas, por lo que queda permitido el libre paso de la fauna silvestre, siendo este un concepto importante y fundamental para el futuro desarrollo.
CE-83	Las vialidades del desarrollo contarán con medidas de protección y sistemas que faciliten el libre tránsito de fauna en las zonas de conservación y áreas naturales.	El diseño de vialidades contará con topes y señales preventivas. Una red de espacios con vegetación entre predios garantiza el libre tránsito de la fauna en todas direcciones del terreno.
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y	El proyecto integrará aquellos individuos arbóreos y palmas

	palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	de la vegetación original en camellones del predio, el diseño del proyecto contempla 65% de conservación distribuidas en el proyecto.
CE-86	Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas.	Por las características naturales del predio no se presentan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo.
CE-87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	En la totalidad de los lotes del desarrollo de forma obligatoria mantendrán en pie e integrarán al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm.
CE-88	En los proyectos comerciales los estacionamientos deberán contar con áreas verdes en forma de camellones continuos en los que se conserve la vegetación arbórea original. En ausencia de vegetación natural deberán plantarse al menos un árbol o palma por cada dos cajones de estacionamiento; las banquetas deberán tener un borde ajardinado de por lo menos 60 cm de ancho. En ambos casos se deberá emplear al menos el 60 % de individuos de especies nativas.	Los estacionamientos ubicados en el uso comercial deberán acatar los siguientes criterios: • Mantener árboles originales en pie en forma de camellón. • En caso de ausencia plantar al menos un árbol o palma cada 2 cajones. • Las banquetas deberán contar con bordes ajardinados de 60 cm de ancho. • Emplear el 60% de individuos de especies nativas.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema de selva y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	La contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística se mantendrán dentro del predio y en su colindancia con predios libres de construcción en la zona del humedal bajo conservación que propone el proyecto.
CE-90	Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones originales, las áreas bajo manejo forestal deben incluir la producción en	El proyecto es habitacional, mixto con comercial, no pretende un aprovechamiento

	vivero de plántulas de especies forestales a partir de germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración v reforestación.	de recursos bajo manejo forestal. El criterio no es aplicable.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	El predio no cuenta con playa, dunas ni post dunas ya que no colinda con la costa.
CE-92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	El predio no cuenta con playa, dunas ni post dunas ya que no colinda con la costa.
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	El criterio no es aplicable. El predio no cuenta con terrenos ganados al mar o Zona Federal Marítimo Terrestre. No colinda con la costa.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	Dentro del predio del proyecto, no fueron registradas especies exóticas o invasoras, sin embargo, el promovente del proyecto monitoreará que éstas no se establezcan dentro del predio y en caso de observar alguna, esta será erradicada de inmediato.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	El manglar que se ubica dentro del predio se encuentra conservado, no requiere de ser rehabilitado.
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	El proyecto no considera la construcción de embarcaderos y muelles.

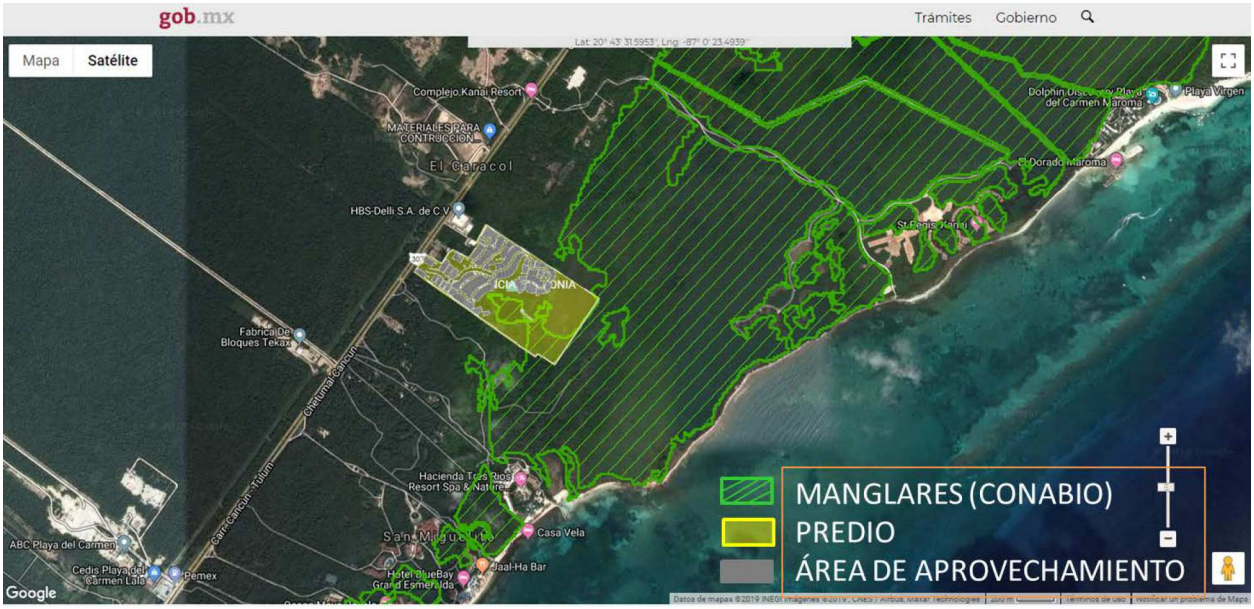
Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente		
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	Dentro del predio del proyecto no fueron registrados cenotes o accesos cuevas, por lo que lo establecido en el presente criterio no es aplicable al proyecto.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente y/o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto	El programa de difusión ambiental para las diferentes etapas del proyecto se anexa al presente.
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	El proyecto se apegará a lo establecido en el presente criterio, en por lo menos el 50% de las losas planas de las construcciones, se establecerá un jardín de azotea o "roof garden" en el que se utilizarían preferentemente especies nativas.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El predio no colinda con la costa.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	El predio no colinda con la costa.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la	El predio no colinda con la costa por lo que, entonces, no cuenta

	normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	con vegetación costera.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación de este con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	El criterio no es aplicable porque no hay accesos a la playa.
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub- superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	De acuerdo con la capa de información del Atlas Nacional de Riesgos por Inundación de la CONAGUA, en Índice de inundabilidad, para un periodo de retorno Tr=100, el predio del proyecto no representa un riesgo por inundabilidad. Tal como puede observase en la imagen siguiente. No obstante, lo anterior el predio el desplante del proyecto fue contemplado fuera de los bajos inundables que fueron definidos en la zonificación del sistema ambiental, por lo que no se comprometería la seguridad de la infraestructura planteada. Sin embargo, previo al inicio de la construcción se realizarán los cálculos necesarios para determinar el nivel de desplante de acuerdo con los cálculos que realicen los ingenieros estructurales. De igual manera el desplante del proyecto se proyectará fuera de las zonas de humedales establecidas por la CONAGUA y fuera de las zonas de manglares establecida por la CONABIO.



MAPA DE APROVECHAMIENTO Y DE CONSERVACIÓN DE ESPACIOS.

MAPA DEL PLAN MAESTRO VS MANGLAR SEGÚN CONAGUA.

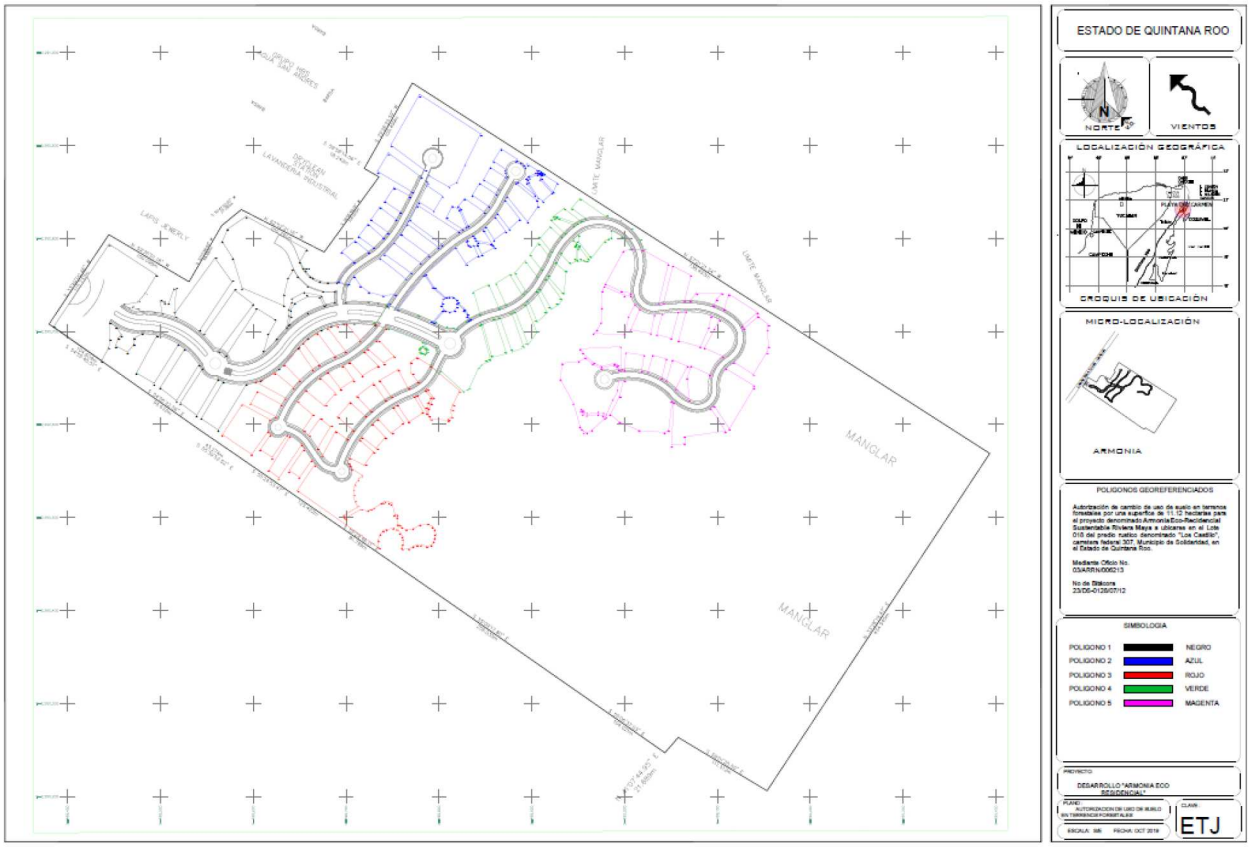


CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El proyecto no contempla la construcción de marinas, ni canales que pudiera interrumpir el funcionamiento hidrodinámico del sitio.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	Se instalará de manera temporal una planta de premezclado, dosificadora o similar, se realizará, de acuerdo con el criterio, dentro de un área de desmonte permitida.

Congruencia del sembrado del proyecto con el polígono del Estudio Técnico Justificativo

Como se mencionó anteriormente se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por parte de la SEMARNAT y el sembrado del proyecto se realizó tomando en cuenta las coordenadas georreferenciadas aprobadas.

A continuación, se describen estas coordenadas y se realiza una comparativa del polígono autorizado para cambio de uso de suelo con el proyecto planteado.



Las coordenadas presentadas a continuación representan los distintos polígonos autorizados para el cambio de uso de suelo, y son copiados tal cual del resolutivo federal mencionado (03/ARRN/0062/13):

Predio: Lote 018 del predio rustico "Los Castillos"

Conjunto: Cuadro de Construcción Poligono 01

Vértice	X	Y
1	498483.73	2290741.32
2	498475.67	2290731.68
3	498460.27	2290728.83
4	498465.63	2290725.34
5	498469.88	2290725.56
6	498474.89	2290724.36
7	498478.98	2290721.93
8	498493.00	2290720.97
9	498499.55	2290732.93
10	498503.18	2290731.99
11	498514.74	2290746.03
12	498516.56	2290745.22
13	498504.56	2290730.98
14	498508.63	2290729.29
15	498502.15	2290719.35
16	498515.79	2290715.13
17	498516.25	2290720.27
18	498558.72	2290779.07
19	498577.08	2290753.57
20	498541.62	2290700.17
21	498546.24	2290696.07
22	498580.08	2290744.57
23	498600.37	2290729.16
24	498561.82	2290677.79
25	498569.28	2290671.83
26	498604.36	2290724.82
27	498624.65	2290711.94
28	498616.66	2290697.44
29	498610.90	2290676.73
30	498624.42	2290690.50
31	498638.67	2290706.76
32	498650.20	2290720.79
33	498676.20	2290728.17
34	498671.66	2290736.72
35	498659.09	2290737.83
36	498644.59	2290730.30
37	498640.28	2290723.39
38	498640.28	2290717.12
39	498638.06	2290705.67
40	498635.86	2290704.61
41	498638.28	2290717.41
42	498638.28	2290723.84
43	498641.51	2290730.76
44	498641.51	2290735.26
45	498654.77	2290742.25
46	498672.98	2290738.49
47	498678.14	2290728.78
48	498667.77	2290731.20
49	498667.61	2290743.19
50	498675.25	2290742.94
51	498658.95	2290748.89

52	498647.93	2290759.26
53	498643.59	2290766.86
54	498637.46	2290757.34
55	498633.26	2290739.75
56	498633.01	2290727.76
57	498588.05	2290747.06
58	498578.24	2290778.56
59	498566.66	2290796.79
60	498572.35	2290810.13
61	498592.45	2290824.01
62	498657.65	2290788.40
63	498650.22	2290775.19
65	498656.14	2290765.15
66	498661.08	2290759.51
67	498664.31	2290757.80
68	498671.91	2290754.13
69	498680.62	2290752.83
70	498690.02	2290753.02
71	498701.59	2290749.66
72	498699.71	2290732.53
73	498724.33	2290732.03
74	498734.56	2290730.69
75	498744.32	2290728.78
76	498731.13	2290706.93
77	498708.80	2290708.79
78	498697.58	2290708.32
79	498684.11	2290705.67
80	498673.37	2290701.54
81	498659.23	2290692.77
82	498648.56	2290682.53
83	498627.91	2290659.67
84	498607.82	2290647.15
85	498592.75	2290643.58
86	498562.35	2290594.31
87	498544.01	2290606.33
88	498568.08	2290648.74
89	498562.47	2290648.85
90	498539.13	2290609.94
91	498521.41	2290623.30
92	498545.49	2290660.45
93	498541.89	2290664.99
94	498517.47	2290625.74
95	498499.73	2290639.44
96	498526.30	2290681.43
97	498519.59	2290686.57
98	498493.21	2290644.41
99	498474.26	2290655.55
100	498498.53	2290698.16
101	498480.77	2290697.98
102	498471.78	2290692.94
103	498471.78	2290686.48
104	498464.72	2290677.86
105	498451.93	2290684.75
106	498454.66	2290693.16
107	498458.09	2290696.38
108	498452.56	2290705.21
109	498445.58	2290709.75
110	498445.91	2290691.85
111	498444.43	2290682.89
112	498436.75	2290688.90
113	498385.10	2290705.40
114	498444.84	2290794.08
115	498495.89	2290791.04

Conjunto: Cuadro de Construcción Polígono 02

Vértice	X	Y
1	498828.39	2290879.75
2	498819.38	2290860.39
3	498810.48	2290856.78
4	498788.94	2290857.63
5	498786.40	2290862.10
6	498788.46	2290860.59
7	498786.89	2290857.31
8	498803.97	2290845.59
9	498794.61	2290829.51
10	498778.20	2290839.61
11	498766.06	2290816.92
12	498758.51	2290804.64
13	498736.10	2290779.22
14	498764.55	2290756.52
15	498770.23	2290762.90
16	498741.16	2290783.58

17	498751.68	2290795.01
18	498780.31	2290773.66
19	498789.27	2290782.17
20	498758.92	2290804.30
21	498765.91	2290815.79
22	498799.11	2290790.60
23	498802.96	2290794.04
24	498768.14	2290819.48
25	498776.89	2290835.81
26	498821.21	2290807.50
27	498825.39	2290810.12
28	498807.47	2290821.49
29	498814.45	2290835.09
30	498821.41	2290831.54
31	498829.68	2290812.80
32	498831.23	2290813.77
33	498822.94	2290832.58
34	498820.79	2290834.55
35	498827.65	2290843.22
36	498848.68	2290828.73
37	498853.38	2290834.94
38	498835.82	2290845.57
39	498843.72	2290859.33
40	498861.34	2290847.93
41	498864.27	2290853.23
42	498848.10	2290863.11
43	498856.26	2290876.45
44	498871.72	2290866.01
45	498872.87	2290867.90
46	498871.92	2290872.37
47	498872.25	2290874.24
48	498858.57	2290883.45
49	498866.98	2290896.69
50	498884.21	2290885.40
51	498882.80	2290883.21
52	498889.36	2290881.93
53	498890.97	2290879.86
54	498892.97	2290876.64
55	498895.23	2290880.35
56	498906.83	2290872.87
57	498906.54	2290871.82

58	498908.13	2290870.89
59	498908.75	2290871.64
60	498910.54	2290870.48
61	498909.33	2290869.82
62	498911.09	2290868.73
63	498912.27	2290869.37
64	498927.46	2290859.58
65	498923.10	2290850.06
66	498910.55	2290864.33
67	498910.48	2290868.40
68	498910.96	2290868.66
69	498909.16	2290869.73
70	498908.89	2290869.46
71	498908.82	2290863.76
72	498921.85	2290848.94
73	498911.89	2290840.29
74	498906.85	2290843.89
75	498896.72	2290860.31
76	498896.32	2290863.86
77	498897.77	2290865.49
78	498898.22	2290868.71
79	498908.07	2290870.82
80	498906.49	2290871.76
81	498905.26	2290870.26
82	498896.69	2290866.98
83	498894.44	2290864.45
84	498894.98	2290859.74
85	498903.64	2290846.51
86	498885.21	2290861.64
87	498882.85	2290859.63
88	498905.53	2290841.09
89	498906.73	2290834.43
90	498895.37	2290818.21
91	498873.44	2290845.15
92	498871.31	2290841.36
93	498887.30	2290820.97
94	498875.71	2290810.29
95	498882.72	2290827.26
96	498860.28	2290823.75
97	498871.98	2290807.79
98	498859.57	2290796.82

99	498850.39	2290813.07
100	498847.90	2290809.13
101	498859.74	2290790.31
102	498846.24	2290783.14
103	498841.28	2290793.57
104	498842.00	2290795.71
105	498857.78	2290792.96
106	498856.73	2290794.71
107	498839.92	2290797.84
108	498838.61	2290801.29
109	498836.95	2290802.84
110	498830.45	2290798.99
111	498830.05	2290796.22
112	498831.17	2290793.70
113	498833.46	2290792.16
114	498837.52	2290792.59
115	498842.46	2290781.33
116	498829.24	2290772.76
117	498817.73	2290790.16
118	498785.52	2290761.78
119	498794.86	2290747.47
120	498807.35	2290736.52
121	498811.03	2290737.77
122	498814.69	2290737.24
123	498818.38	2290734.49
124	498819.75	2290731.88
125	498827.19	2290724.93
126	498830.90	2290719.43
127	498833.30	2290714.16
128	498832.24	2290713.57
129	498830.99	2290716.61
130	498827.14	2290723.04
131	498820.11	2290730.13
132	498819.58	2290726.28
133	498816.77	2290722.54
134	498811.22	2290720.85
135	498806.23	2290722.81
136	498794.78	2290710.14
137	498793.68	2290710.64
138	498805.38	2290723.64
139	498803.28	2290728.07
140	498803.37	2290731.09
141	498806.30	2290735.88
142	498793.41	2290747.31
143	498784.62	2290760.87
144	498756.04	2290724.89
145	498744.32	2290728.78
146	498752.66	2290740.46
147	498740.15	2290738.36
148	498724.58	2290742.43
149	498715.40	2290749.49
150	498708.56	2290769.94
151	498701.59	2290749.66
152	498690.02	2290763.02
153	498708.14	2290775.26
154	498695.16	2290785.71
155	498709.60	2290797.81
156	498724.05	2290785.88
157	498730.07	2290790.07
158	498713.30	2290802.19
159	498723.59	2290815.68
160	498740.34	2290800.65
161	498745.05	2290806.89
162	498726.59	2290820.12
163	498736.38	2290833.77
164	498754.14	2290820.46
165	498758.61	2290828.31
166	498741.68	2290839.92
167	498751.61	2290855.10
168	498768.20	2290846.11
169	498770.27	2290850.78
170	498733.84	2290872.39
171	498745.55	2290892.13
172	498780.65	2290866.33
173	498784.08	2290873.86
174	498748.25	2290900.67
175	498779.15	2290955.10
176	498844.91	2290912.74

Conjunto: Cuadro de Construccion Poligono 03

Vértice	X	Y
1	498717.66	2290545.18

2	498713.49	2290541.47
3	498709.52	2290535.37
4	498707.85	2290529.35
5	498707.85	2290523.75
6	498709.64	2290516.69
7	498712.88	2290511.65
8	498697.16	2290602.19
9	498697.72	2290600.04
10	498698.83	2290499.01
11	498715.80	2290508.56
12	498722.08	2290507.30
13	498725.72	2290507.77
14	498728.80	2290509.00
15	498737.82	2290515.02
16	498739.36	2290516.25
17	498741.78	2290517.14
18	498746.42	2290616.62
19	498749.42	2290515.65
20	498752.82	2290510.55
21	498755.44	2290502.74
22	498755.13	2290500.77
23	498755.43	2290496.80
24	498757.36	2290492.34
25	498760.04	2290489.31
26	498765.19	2290487.02
27	498772.54	2290488.05
28	498779.53	2290492.16
29	498788.54	2290493.46
30	498793.24	2290490.31
31	498795.75	2290486.79
32	498796.47	2290482.04
33	498795.91	2290477.81
34	498794.59	2290473.89
35	498792.12	2290470.48
36	498786.78	2290468.66
37	498780.99	2290470.93
38	498776.95	2290470.93
39	498772.12	2290468.88
40	498767.62	2290466.18
41	498764.29	2290465.78
42	498760.77	2290468.28

43	498761.84	2290470.89
44	498761.84	2290475.92
45	498761.23	2290479.28
46	498759.15	2290482.72
47	498755.01	2290486.62
48	498751.43	2290488.67
49	498743.88	2290487.64
50	498739.98	2290485.59
51	498736.85	2290482.31
52	498734.68	2290478.04
53	498735.15	2290467.44
54	498647.42	2290529.09
55	498668.58	2290557.85
56	498663.34	2290582.17
57	498650.02	2290543.23
58	498638.97	2290550.80
59	498654.98	2290574.20
60	498652.04	2290578.29
61	498627.77	2290542.61
62	498616.92	2290550.67
63	498639.62	2290587.91
64	498638.90	2290589.02
65	498620.52	2290564.91
66	498607.58	2290573.04
67	498618.79	2290589.35
68	498616.54	2290593.46
69	498598.36	2290567.93
70	498586.77	2290589.29
71	498588.19	2290621.83
72	498619.23	2290604.74
73	498624.60	2290608.68
74	498597.31	2290622.33
75	498604.66	2290635.67
76	498630.81	2290621.41
77	498635.11	2290628.54
78	498602.80	2290645.79
79	498607.89	2290647.02
80	498623.43	2290655.94
81	498643.34	2290639.67
82	498650.43	2290647.45
83	498633.41	2290664.83

84	498648.83	2290682.17
85	498664.16	2290659.36
86	498671.36	2290664.22
87	498654.02	2290687.49
88	498669.13	2290698.78
89	498688.32	2290673.14
90	498699.55	2290678.79
91	498680.19	2290703.97
92	498690.59	2290706.69
93	498700.45	2290708.36
94	498715.27	2290690.46
95	498730.99	2290706.86
96	498743.92	2290704.01
97	498732.68	2290690.70
98	498738.05	2290689.89
99	498751.66	2290673.38
100	498740.47	2290668.29
101	498723.21	2290681.59
102	498719.42	2290678.26
103	498734.83	2290662.94
104	498717.43	2290662.64
105	498704.28	2290667.58
106	498696.94	2290663.75
107	498708.47	2290648.19
108	498694.00	2290636.58
109	498680.66	2290655.88
110	498672.27	2290650.30
111	498688.72	2290633.74
112	498676.62	2290620.08
113	498656.66	2290636.56
114	498647.14	2290624.85
115	498664.41	2290610.15
116	498653.25	2290593.70
117	498659.09	2290588.79
118	498672.39	2290606.44
119	498683.25	2290597.77
120	498669.23	2290574.69
121	498674.72	2290566.85
122	498688.76	2290593.05
123	498700.58	2290584.48
124	498707.14	2290594.21

125	498690.76	2290608.23
126	498704.30	2290623.80
127	498720.45	2290609.37
128	498726.08	2290614.75
129	498711.60	2290630.36
130	498729.64	2290644.37
131	498741.95	2290628.75
132	498748.11	2290630.46
133	498736.04	2290647.49
134	498756.01	2290659.06
135	498766.60	2290639.54
136	498777.58	2290646.04
137	498770.15	2290654.94
138	498769.18	2290666.75
139	498776.09	2290672.48
140	498790.52	2290663.36
141	498822.47	2290636.34
142	498814.81	2290621.26
143	498813.04	2290615.95
144	498813.52	2290608.04
145	498811.71	2290607.30
146	498809.88	2290605.84
147	498791.05	2290605.98
148	498788.69	2290610.14
149	498789.69	2290617.18
150	498791.45	2290623.22
151	498793.88	2290629.11
152	498786.92	2290638.40
153	498795.23	2290636.95
154	498791.87	2290628.76
155	498789.76	2290623.83
156	498787.93	2290617.56
157	498787.23	2290612.70
158	498776.76	2290631.42
159	498773.68	2290629.75
160	498783.54	2290612.95
161	498767.72	2290602.92
162	498755.22	2290620.92
163	498750.71	2290618.26
164	498752.64	2290601.57
165	498748.28	2290590.74

166	498734.41	2290605.96
167	498728.70	2290600.74
168	498742.30	2290586.46
169	498732.32	2290574.55
170	498716.68	2290586.90
171	498714.43	2290583.52
172	498729.63	2290570.40
173	498719.40	2290556.38
174	498703.61	2290564.34
175	498701.39	2290558.99
176	498703.93	2290556.75
177	498705.90	2290552.66

Conjunto: Cuadro de Construcción Polígono 04

Vértice	X	Y
1	498846.06	2290664.04
2	498842.20	2290659.87
3	498832.47	2290638.57
4	498830.90	2290637.08
5	498826.03	2290635.78
6	498801.63	2290658.24
7	498800.04	2290655.36
8	498790.62	2290663.36
9	498798.19	2290677.93
10	498796.13	2290682.33
11	498785.44	2290687.85
12	498784.65	2290682.84
13	498785.51	2290682.46
14	498786.46	2290681.57
15	498787.03	2290680.27
16	498786.94	2290678.88
17	498786.55	2290677.82
18	498785.29	2290676.68
19	498783.76	2290676.30
20	498782.29	2290676.65
21	498781.10	2290677.84
22	498780.46	2290679.23
23	498780.81	2290681.15
24	498782.00	2290682.45
25	498783.45	2290682.94
26	498784.33	2290688.42
27	498744.68	2290703.93
28	498731.13	2290706.93
29	498744.32	2290728.78
30	498778.07	2290717.57
31	498794.93	2290709.99
32	498808.17	2290703.10
33	498813.95	2290703.42
34	498817.82	2290702.46
35	498829.37	2290711.58
36	498844.12	2290719.32
37	498837.49	2290742.99
38	498853.70	2290750.57
39	498864.42	2290726.02
40	498871.73	2290729.27
41	498861.40	2290751.85
42	498876.38	2290761.21
43	498889.21	2290740.35
44	498893.67	2290744.02
45	498881.62	2290763.03
46	498892.98	2290776.14
47	498905.10	2290759.76
48	498909.78	2290767.38
49	498897.93	2290782.31
50	498907.21	2290795.54
51	498917.78	2290782.02
52	498920.03	2290786.68
53	498909.13	2290800.45
54	498919.76	2290812.76
55	498931.11	2290802.16
56	498934.76	2290806.27
57	498920.12	2290819.98
58	498923.40	2290821.73
59	498925.58	2290822.12
60	498928.39	2290821.26
61	498944.52	2290815.00
62	498947.59	2290816.57
63	498926.56	2290823.96
64	498922.74	2290823.42
65	498934.71	2290832.55
66	498952.29	2290818.97
67	498957.63	2290821.70

68	498843.12	2290832.79
69	498851.76	2290843.28
70	498880.53	2290823.15
71	498895.19	2290818.26
72	499007.05	2290809.81
73	499016.38	2290796.09
74	499021.16	2290786.84
75	499007.54	2290788.88
76	498998.11	2290801.73
77	498986.00	2290808.88
78	498986.12	2290801.14
79	498983.15	2290800.05
80	498978.95	2290797.33
81	498964.12	2290778.77
82	498950.09	2290797.14
83	498950.48	2290804.46
84	498944.67	2290799.32
85	498948.29	2290794.56
86	498948.29	2290791.63
87	498950.09	2290790.34
88	498950.09	2290792.20
89	498962.02	2290778.55
90	498960.82	2290775.25
91	498967.33	2290775.41
92	498953.12	2290776.00
93	498949.12	2290775.02
94	498950.09	2290789.67
95	498948.29	2290790.75
96	498947.35	2290776.75
97	498941.61	2290772.40
98	498931.69	2290783.13
99	498926.44	2290772.91
100	498937.13	2290763.74
101	498934.82	2290739.74
102	498918.23	2290758.07
103	498916.71	2290755.53
104	498932.54	2290734.20
105	498929.22	2290729.15
106	498921.17	2290723.91
107	498909.42	2290744.50
108	498908.67	2290740.68
109	498916.67	2290720.14
110	498905.83	2290710.16
111	498897.09	2290731.29
112	498893.79	2290728.28
113	498905.49	2290699.16
114	498896.16	2290685.80
115	498882.53	2290721.01
116	498878.84	2290718.94
117	498891.76	2290682.50
118	498878.69	2290678.02
119	498866.18	2290714.27
120	498860.80	2290712.62
121	498872.89	2290676.20
122	498857.00	2290672.29
123	498847.32	2290707.40
124	498845.52	2290706.65
125	498855.97	2290668.29
126	498852.61	2290667.56

Conjunto: Cuadro de Construcción Polígono 05

Vértice	X	Y
1	498993.30	2290546.59
2	498992.63	2290635.79
3	498988.96	2290625.71
4	498980.13	2290609.76
5	498977.28	2290611.67
6	498971.36	2290612.42
7	498959.72	2290611.50
8	498956.24	2290612.73
9	498954.91	2290614.73
10	498954.27	2290615.09
11	498953.37	2290614.58
12	498953.37	2290613.78
13	498955.07	2290611.23
14	498959.45	2290609.89
15	498971.36	2290610.61
16	498976.54	2290609.98
17	498979.59	2290608.01
18	498978.49	2290606.53
19	498965.67	2290594.11
20	498969.25	2290591.05

21	498956.12	2290592.45
22	498953.75	2290594.92
23	498951.99	2290598.21
24	498944.91	2290623.09
25	498930.82	2290648.58
26	498932.85	2290666.05
27	498951.07	2290667.89
28	498957.64	2290671.77
29	498966.67	2290664.88
30	498975.27	2290660.46
31	498988.99	2290664.13
32	498991.48	2290682.60
33	498993.35	2290659.03
34	498994.59	2290659.21
35	498992.81	2290663.89
36	498989.30	2290666.05
37	498975.30	2290682.34
38	498966.89	2290686.23
39	498955.22	2290676.51
40	498952.32	2290681.64
41	498995.58	2290683.64
42	498998.42	2290659.41
43	498999.97	2290659.79
44	499001.24	2290677.45
45	499020.92	2290674.64
46	499018.40	2290658.54
47	499025.22	2290656.66
48	499030.21	2290674.73
49	499045.17	2290670.60
50	499039.98	2290650.44
51	499045.16	2290646.96
52	499061.58	2290689.50
53	499067.80	2290682.80
54	499055.06	2290638.94
55	499069.90	2290627.20
56	499067.25	2290649.77
57	499071.60	2290663.06
58	499092.12	2290653.50
59	499105.79	2290673.45
60	499086.14	2290682.34
61	499096.56	2290702.66
62	499102.35	2290712.82
63	499093.08	2290717.21
64	499090.89	2290704.08
65	499081.56	2290683.60
66	499058.02	2290690.26
67	499086.03	2290721.13
68	499057.88	2290720.87
69	499050.59	2290692.94
70	499034.64	2290696.60
71	499040.60	2290719.45
72	499032.44	2290718.41
73	499028.20	2290698.20
74	499006.71	2290701.99
75	499016.44	2290724.05
76	499011.26	2290729.36
77	499004.20	2290715.88
78	499000.43	2290697.59
79	498966.66	2290697.72
80	498970.60	2290701.93
81	498974.79	2290709.75
82	498975.71	2290726.04
83	498976.08	2290743.80
84	498977.85	2290748.48
85	499000.15	2290739.05
86	499007.03	2290738.44
87	499006.44	2290741.54
88	498996.96	2290743.02
89	498979.34	2290751.08
90	498998.76	2290786.37
91	499007.54	2290788.88
92	499021.16	2290786.83
93	499047.07	2290772.72
94	499036.92	2290730.99
95	499042.13	2290731.62
96	499051.98	2290770.52
97	499071.33	2290760.45
98	499064.60	2290733.22
99	499071.13	2290733.48
100	499077.34	2290757.13
101	499105.13	2290741.78
102	499099.51	2290735.18

103	499096.22	2290728.93
104	499107.36	2290724.04
105	499112.12	2290740.58
106	499143.21	2290720.55
107	499128.71	2290706.46
108	499128.72	2290703.26
109	499143.76	2290716.21
110	499154.44	2290707.85
111	499153.74	2290701.73
112	499155.03	2290684.40
113	499153.49	2290678.28
114	499138.64	2290653.90
115	499117.66	2290667.32
116	499108.99	2290660.22
117	499139.05	2290642.01
118	499139.08	2290639.22
119	499112.77	2290595.41
120	499096.00	2290621.08
121	499092.66	2290618.02
122	499108.50	2290593.12
123	499093.99	2290586.88
124	499084.85	2290579.42
125	499060.71	2290577.91
126	499052.79	2290623.97
127	499051.32	2290625.18
128	499047.39	2290593.75
129	499043.05	2290591.76
130	499015.71	2290693.60
131	498994.42	2290602.79
132	498984.58	2290611.16
133	498994.55	2290630.36
134	498998.70	2290647.26

Es importante destacar que a la SEMARNAT sólo se le está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción cuando el interesado demuestre a través de su estudio técnico justificativo, que cumple con los siguientes supuestos:

1. Que no se compromete la biodiversidad.
2. Que no se provocará la erosión de suelos.
3. Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.
4. Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Al tener el resolutivo favorable por parte de la autoridad federal, es evidente que estos cuatro supuestos se cumplen.

NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar y sus modificaciones.

La NOM-022-SEMARNAT-2003, establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Esta regulación estipula en su introducción particularidades de consideración para este proyecto. Entre ellas desatacan las siguientes:

0.1 *Que la definición internacional de humedal costero se basa en la integridad del ecosistema, que incluye la unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas y la comunidad vegetal que se ubica en ellas, así como las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación con el nivel medio de la marea más baja.*

Es decir que se entiende como humedal la cuenca completa de los Humedales de Punta Bete - Punta Maroma y no específicamente la porción en la que se encuentra el predio de interés.

0.2 *Que, para efecto de esta Norma, se considerará humedal costero a la unidad hidrológica que contenga comunidades vegetales de manglar.*

Se entiende, para el caso que se analiza que el humedal así definido corresponde, nuevamente, a la cuenca completa de los Humedales de Punta Bete - Punta Maroma y no específicamente la porción en la que se encuentra el predio.

0.3 *Que aplicando el principio precautorio y dada la falta de información referente a otros tipos de humedales como marismas, pantanos dulceacuícolas de bosque (zapotales, anonas, tazistales) o con vegetación herbácea emergente (tulares, popales), serán sujetos de Manifestación de Impacto Ambiental que incorporarán estudios de línea de base.*

Esta Manifestación de Impacto Ambiental incorpora, para el área del predio y para el Sistema Ambiental Regional definido, estudios de línea de base que soportan la viabilidad ambiental de la propuesta y que sirven de soporte para esta vinculación técnico-jurídica.

0.4 *Que se considere a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, tanto por los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

La Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta considera a cabalidad los servicios y funciones que el humedal, en conjunto, desarrolla a efecto de valorar las obras y actividades que se pretenden en el contexto de un análisis diferenciado del Sistema Ambiental definido en el que se encuentra el terreno que acoge la propuesta.

0.16 *Que el régimen de mareas determina la dinámica del estuario y la tasa de transporte de oxígeno que llega al sistema radicular. El movimiento de las mareas afecta la tasa de sedimentación e intercambio, y remueve los sulfuros tóxicos.*

La ocupación por el proyecto no afecta o influencia la dinámica del humedal.

0.17 *Cualquier actividad productiva deberá considerar a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, en los Estudios de Impacto Ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

La Manifestación de Impacto Ambiental presenta la construcción de un condominio residencial mixto con comercios, concordante con el uso urbano definido por la UGA 17 para el sitio.

Se consideran los servicios y funciones del humedal, en conjunto, y dentro del Sistema Ambiental definido. Se valora la inserción de la propuesta dimensionando los impactos ambientales. Por el desarrollo del proyecto no se afectarán individuos de mangle de ninguna especie, ni los servicios ambientales que genera.

Conforme a lo descrito y sustentado a lo largo del documento y lo que ha sido objeto de la MIA-P, solo ocupa el área libre de manglar, por lo que no implica acciones adversas a la preservación y conservación del humedal presente en el predio.

El proyecto se vincula toda vez que, geográficamente, el proyecto se encuentra dentro de la cuenca del humedal costero de Punta Bete Punta Maroma. No obstante, el área en la que se pretende llevar a cabo la preparación, construcción y operación del proyecto no forma parte de la funcionalidad de los procesos del humedal puesto que corresponde a una superficie cuyas características son netamente terrestres.

Para las fases de preparación, construcción y de operación del proyecto se prevén efectos ambientales negativos bajos en el contexto de la integridad del Sistema Ambiental, así como para el espacio inmediato que del predio lo acoge.

El eje rector para el diseño del proyecto fue precisamente la zonificación del espacio en función de las propiedades físicas y bióticas por lo que se conserva al 100% el área de manglar, así como las áreas que corresponden a las escorrentías naturales del terreno, cabe señalar que el proyecto solo ocupa el 34.94% del predio, por lo que el proyecto solo usa el área aprovechable y la cual se ubica hacia el oeste del predio. Por lo anterior la unidad hidrológica integral que contenga comunidades vegetales de manglar son mantenidos dentro del predio, del total del terreno se deja el 65.06% de la permeabilidad y escurrimientos natural del suelo debido a su diseño, por lo que no habrá cambios en los flujos existentes ni en la permeabilidad.

En relación con la preservación, conservación y aprovechamiento sustentable de los humedales costeros se manifiesta, en este contexto, que el proyecto conservará 12.87 Ha de manglar equivalente al 35.7% del predio.

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros).

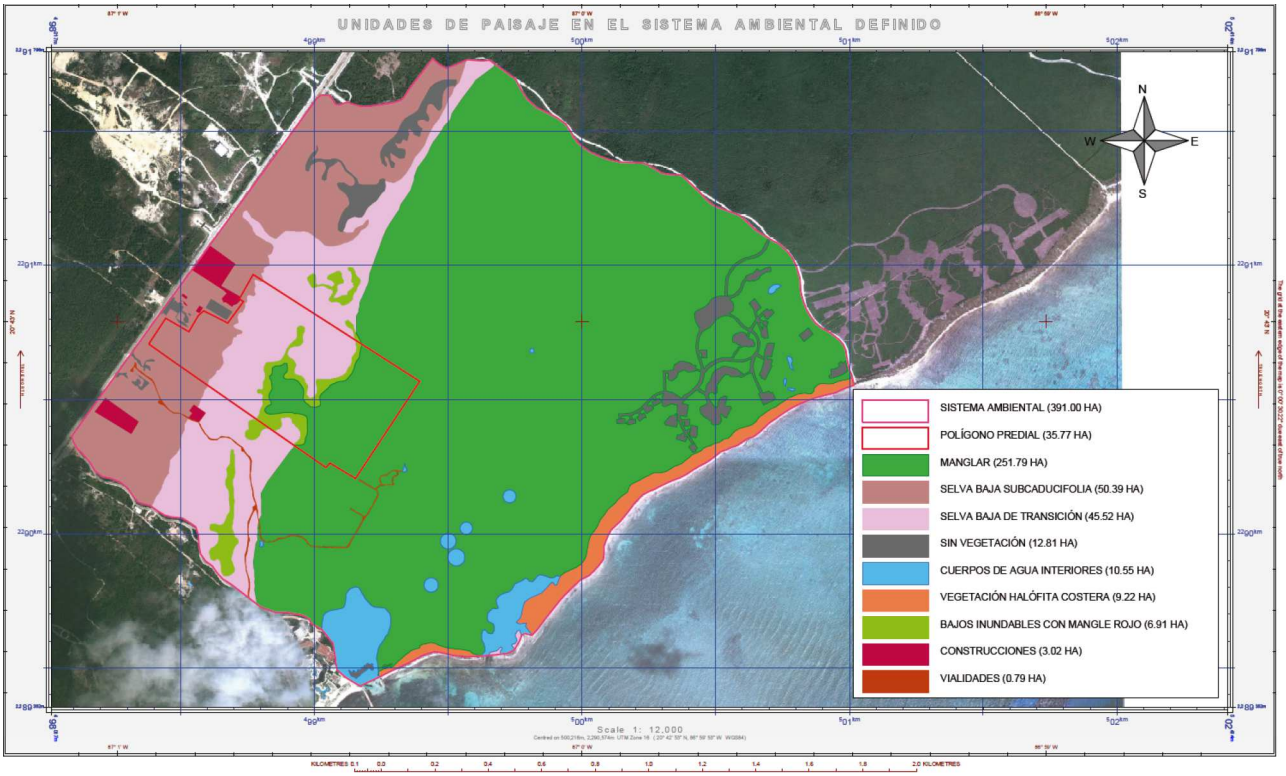
VINCULACIÓN.

En relación con los puntos de garantía que esta Norma establece en la definición para asegurar la integralidad del humedal la actividad se ciñe a la Norma bajo los siguientes planteamientos:

La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero.

Para determinar lo anterior, se analizó el Sistema Ambiental delimitado para la valoración de este proyecto el cual deriva en un diagnóstico del medio. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) en plataforma GLOBAL MAPPER v 13.2.0 asistido con MAP MAKER PRO V3.5, se analizó el contenido geográfico del mosaico remoto basado en imágenes Digital Globe obtenidas con el sensor remoto Worldwiew2.

Los resultados del análisis de análisis antes mencionados demuestran la existencia de bajos inundables en los cuales ocurre el manglar. Dada su dimensión, estas zonas fueron consideradas por los diseñadores del proyecto haciendo los ajustes pertinentes para evitar su fragmentación hidrológica como se muestra en la siguiente imagen.



Con asistencia del programa *Global Mapper* v13.2.0 se determinaron, mediante un modelo digital, las porciones más bajas del terreno que es, precisamente, donde se encuentra el humedal con sus superficies funcionales y de procesos.

Adicionalmente, el sistema de planicies de inundación donde se presentan los humedales con manglar entre Punta Bete y Punta Maroma, desde la perspectiva hidrológica y geomorfológica, el drenaje superficial está determinado por la época del año de la siguiente manera:

- En época de lluvias existen dos componentes: uno dominante que es perpendicular y en dirección hacia la línea de costa determinado por el drenaje regional y el segundo componente, que es secundario y determinado por las lluvias y la pendiente del terreno (la orientación dominante es en sentido NE-SO).

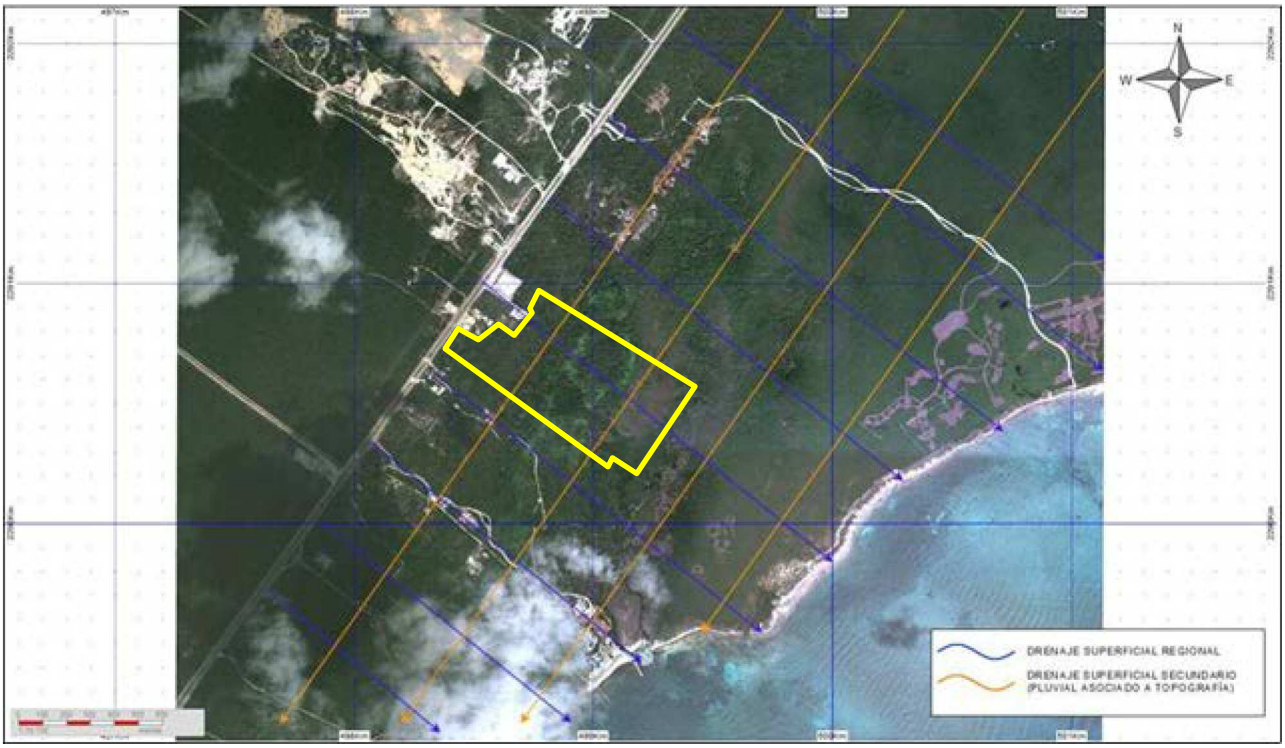
- En la época de secas, el drenaje superficial, corresponde estrictamente a la exposición del manto freático que forma una unidad continua en todo el humedal.

En el estudio geohidrológico se determina que el proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica es el flujo del agua subterránea a través de salidas preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina por medio de oquedades. Se estima, para esta unidad fisiográfica, un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m^3/día por m^2 de área unitaria ubicada sobre la línea de costa.

En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que sus características físico-químicas y calidad dependen del rango de mareas y del drenaje subterráneo de agua dulce (CAPA, 2005 y 2006).

La zona se caracteriza por la presencia de un sistema de fracturas con orientación norte-sur, que físicamente conforman un sistema de descarga del agua subterránea que trabaja como un vertedor, al colectar el agua y descargarla al mar.

En cuanto al drenaje superficial de carácter regional éste se constituye por escurrimientos oeste-este y el drenaje secundario, dado por escurrimientos pluviales asociados a la topografía se presenta con dirección noreste suroeste. Esta condición se muestra en la siguiente representación gráfica.



Patrón de drenaje superficial regional. (Modificado de Alafita V. H et al. SEMARNAT 2006.

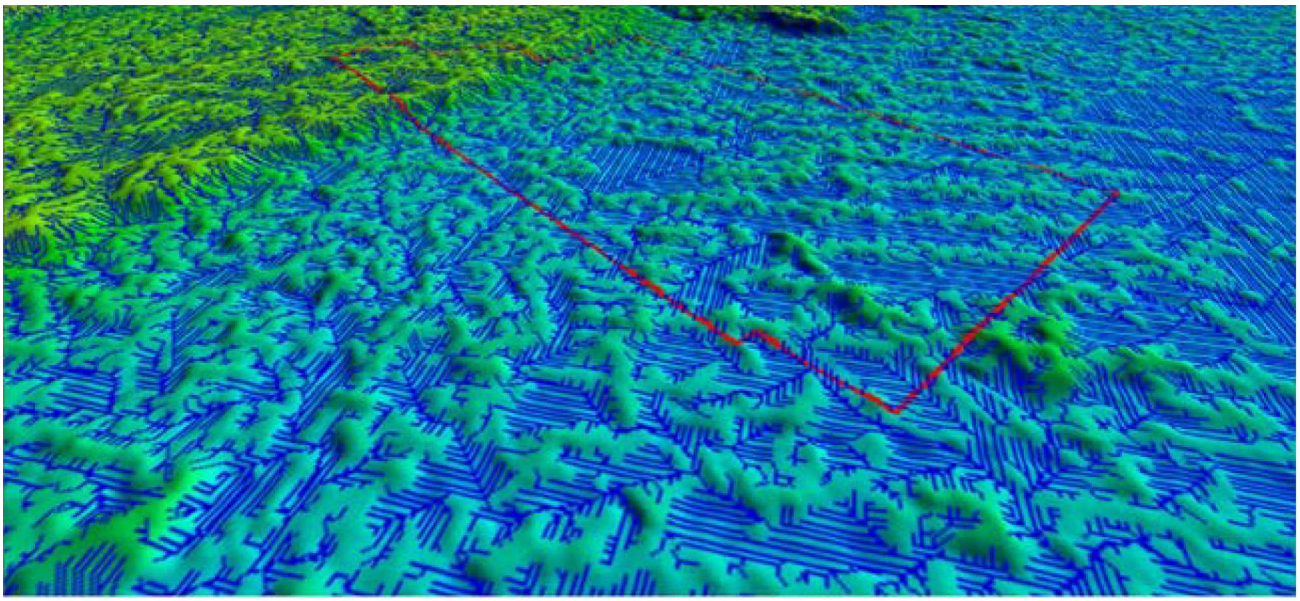
A nivel de terreno, con asistencia de las imágenes LIDAR, se determinó que los escurrimientos superficiales son incipientes lo que deriva de la alta permeabilidad del suelo que en él se presenta. En función, consideración y conocimiento de estos drenajes superficiales particulares del espacio por intervenirse se realizó el diseño del proyecto de referencia.

Se prepararon varios modelos considerando diversas escalas, dadas en superficies de análisis, para el flujo de drenaje.

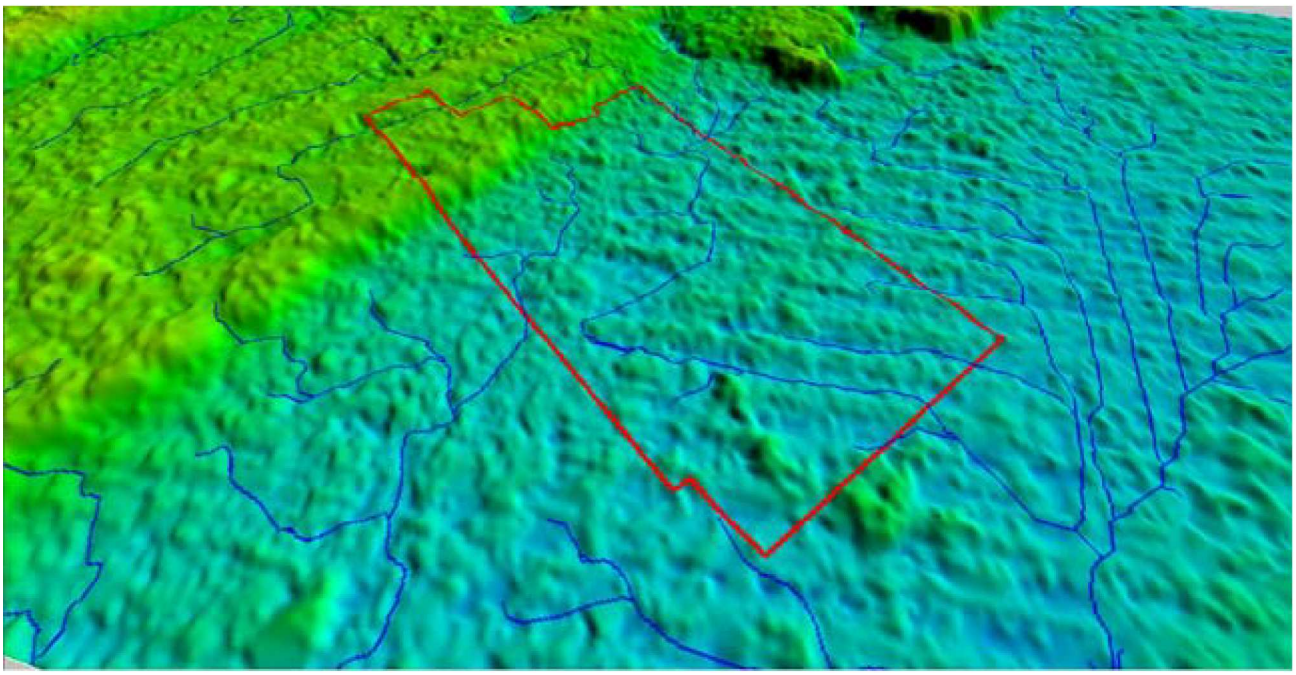
Dado que el modelado para superficies muy pequeñas arroja un alto número de escorrentías superficiales pero no se determina su importancia, por ello se optó por una escala de análisis mayor, lo cual expone las escorrentías más importantes.

Lo anterior se muestra en las siguientes imágenes:

La definición de flujos de drenaje modelando a una resolución de 5 m^2 arroja un alto número de cauces menores asociados a la topografía del terreno.



La definición de flujos de drenaje modelando a una resolución de 5 m^2 arroja un alto número de cauces menores asociados a la topografía del terreno.



Repitiendo el ejercicio a una escala de análisis que considera la definición de flujos en superficies de 1 Ha se logra discriminar los cauces más importantes.

Es sobre esta base de conocimiento de los atributos de la hidrología superficial que se modifica el plan maestro para evitar la interrupción de los principales flujos de agua superficial que van en dirección oeste este, es decir aquellos que aportan agua al humedal.

Por otra parte, en lo concerniente a la hidrología subterránea, los estudios realizados en la zona, publicados (SEMARNAT 2006[2]) exponen que el espesor del manto de agua dulce en la zona donde se localiza el predio es de alrededor de 5 metros y se encuentra por debajo del nivel de la carretera federal. La profundidad promedio de la interfase salina es de 10 metros por debajo del nivel medio del mar. El flujo subterráneo dominante se presenta entre 9 y 14 metros de profundidad en el sistema de fracturas de Tres Ríos, a 400 m al sur del predio, siendo en el sitio la descarga del agua subterránea la que ocurre con mayor potencia. Mientras, al poniente, el caudal tiene una velocidad de circulación menor y donde el flujo preferencial se encuentra por debajo de 18 metros de profundidad.

Al norte del predio de interés la interfase salina se ubica a los -20 m en la sección próxima a la carretera federal 307, el agua salada marina está entre los -25 y -100.

Así, con base en información publicada para la Unidad Punta Bete-Punta Maroma, se ha inferido una red de fracturamiento subterráneo con una dirección preferencial al Noreste hacia la línea de costa y una más al Noroeste que descarga hacia el sur con evidencias reales de ojos de agua o manantiales (SEMARNAT 2006).

Con esta información se plantean las siguientes condiciones al plan maestro para lograr, con ello, la integración ambiental del proyecto evitando afectaciones a la hidrología subterránea, al manglar o arrecifes.

Dado lo anterior, se puede definir que por la construcción y operación del proyecto el comportamiento del flujo de agua subterránea bajo el predio no se verá interrumpido ya que todas las construcciones son superficiales. Lo anterior significa que la intervención que se pretende, tal y como la propone el promovente, no ha de afectar, en ningún sentido, este flujo subterráneo entre el humedal y el mar con lo cual se asegura, precisamente, la integralidad del funcionamiento hidráulico, superficial y subterráneo, entre la colindancia este del terreno, el humedal costero y el mar Caribe.

Por otra parte, resulta apropiado mencionar que se observan, en el contexto de la cuenca completa del humedal costero Punta Bete-Punta Maroma, que se han realizado obras que sí representan barreras al flujo y reflujo superficial. Esta observación es relevante porque, *de facto*, se establecen condiciones no naturales en el sitio en el que se promueve las obras y actividades.

La siguiente imagen muestra los caminos que segmentan la cuenca del humedal costero, su cierre, al norte de Punta Maroma por una obra hotelera de gran envergadura que define el taponamiento irreversible de la cuenca y otros cortes, a la hidrología superficial dados por caminos de acceso a la costa. Al sur, si bien fragmentado, aún se mantiene cierta conectividad entre parches, más o menos aislados, del humedal costero.

---

[2] Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el Caribe mexicano: Sistema ambiental Punta Bete-Punta Maroma. Alafita V. H etal. SEMARNAT 2006

La imagen muestra la cuenca de manglar entre Punta Bete y Punta Maroma y su ocupación y fragmentación por diversas obras humanas.

La situación en la que se encuentra la cuenca del humedal costero, consecuencia de obras y actividades humanas, está fuera del alcance geográfico y de la conservación del manglar y sus procesos relacionados con el proyecto que aquí se analiza. Es en este contexto ambiental en el que mediante la imagen anterior se muestra como la cuenca de manglar Punta Bete-Punta Maroma ha sido seccionada por caminos de acceso a la playa mismos que dan como resultado una probable afectación en el sistema de flujo superficial ya que forman bordos o escalones que representan escalones ascendentes, barreras al flujo superficial, que únicamente pueden ser superados en situaciones de lluvias o crecientes de agua extraordinarias, y con instalación de pasos artificiales de agua como pueden ser tubos de amplio diámetro de paso, y sólo por los puntos en los que estos caminos tengan cotas menores a las inundaciones ordinarias que es lo que los hace funcionales para el tráfico de vehículos y personas.

El predio, como se mencionó previamente, se ubica en un sistema que presenta caminos, que son barreras generadoras de flujo nulo superficial, cuyo objeto es permitir el acceso hacia el frente costero. Las descargas superficiales y subterráneas de agua particulares del predio se dan únicamente en eventos extraordinarios, su funcionamiento en condiciones normales (niveles de inundación sin eventos extraordinarios), muestran que no se observan descargas directas del predio hacia el mar.

En virtud de lo anterior, y toda vez que las actividades asociadas a este proyecto inmobiliario se pretenden en las áreas más elevadas del predio, que el proyecto considera la conservación de escorrentías superficiales y que no se realizarán excavaciones ni otras acciones que pudieran afectar los flujos freáticos puede establecerse que la preparación, construcción y operación de este proyecto inmobiliario no se encuentra en posibilidad de afectar, ni de interferir, ni de deteriorar, la integralidad del flujo hidrológico del humedal costero.

Sin embargo, en caso que se requiera se instalarán de acuerdo a la topografía, pendientes, al estudio gehidrológico, y monitoreos en campo a lo largo de la construcción, diversos pasos de agua a través de tubos que permitan de mejor manera continúen los flujos hidrológicos a las distintas zonas del proyecto que de manera natural se presenten.

.

La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental

El concepto de integralidad, en este caso, parte de que el ecosistema costero que comprende la cuenca del humedal, así como la plataforma continental que es la superficie del fondo submarino cercano a la costa no carece de ninguna de sus partes, es decir que es íntegro.

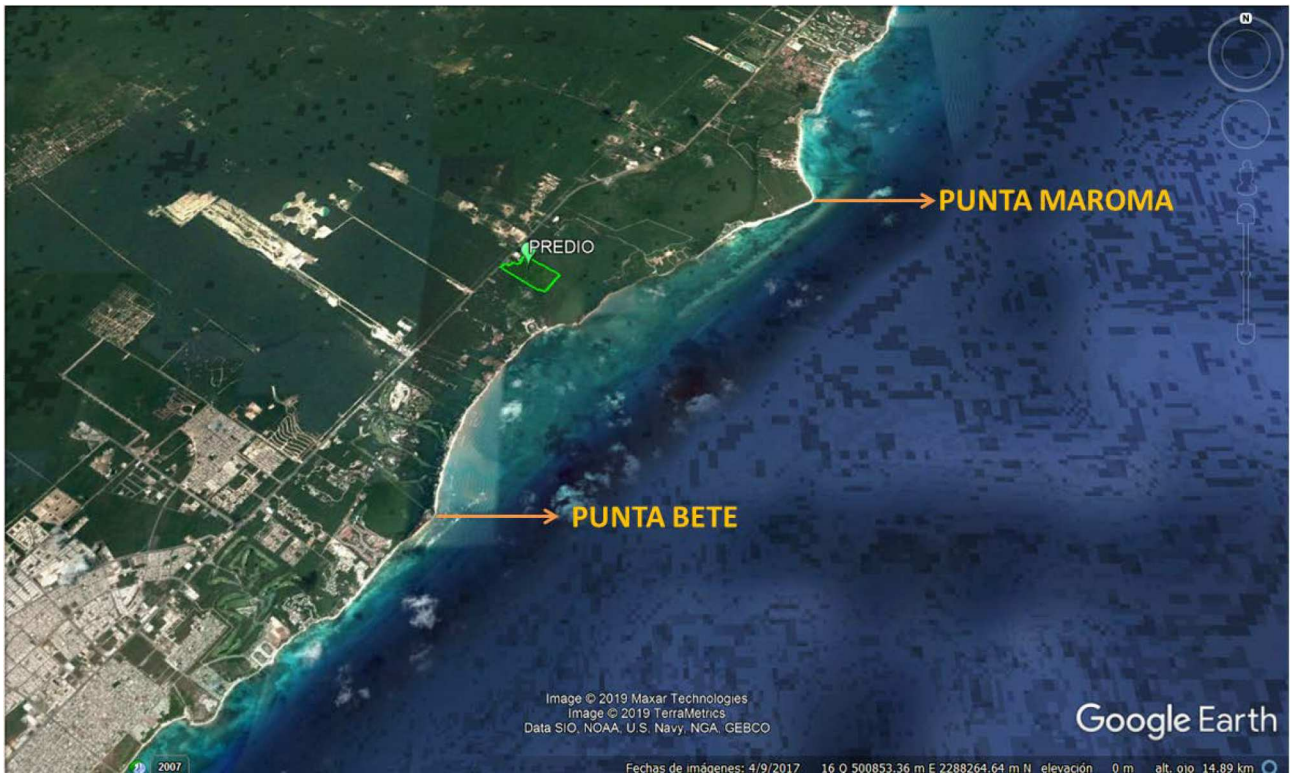
En particular, para el caso que nos ocupa y de acuerdo con la condición ambiental existente en el Sistema Ambiental delimitado el ecosistema no es integérrimo, aunque mantiene una elevada naturalidad en la escala propia del predio, el espacio que se analizó se delimita por segmentaciones e intervenciones humanas. Esta condición que, si bien ha implicado la resta o disminución de partes, no han modificado, aún, los macroprocesos naturales del sistema.

Estas intervenciones, que establecen los límites del Sistema Ambiental, se expresan en caminos perpendiculares a la línea de costa, y la carretera federal 307 que representa una barrera infranqueable para los animales que no vuelan; esta obra lineal es arcaica en su concepto ya que no consideró drenajes para las escorrentías superficiales y tampoco pasos para la fauna terrestre. Además, en el seno del SA existen construcciones y se desarrollan actividades industriales sobre la terraza costera, presentándose también obras dispersas, brechas y cambios puntuales en el uso de suelo.

Por otra parte, tal como se indicó en el punto anterior, existen por lo menos once caminos costeros que segmentan el humedal. Éstos implican restricciones a los flujos del agua superficial que disminuyen el flujo de los nutrientes lo que en conjunto implica además de la pérdida de la vegetación sobre sus superficies la degradación por fragmentación del humedal Punta Bete-Punta Maroma. Estas interrupciones del flujo superficial repercuten en los gradientes de salinidad mismos que son un factor determinante y limitante para la distribución y abundancia de las comunidades vegetales y animales dentro del humedal.

Se observa, al Norte de Punta Maroma, una obra de gran tamaño que implica el taponamiento irreversible del humedal que, al Sur se cierra por la existencia de otros desarrollos previos a la segmentación urbana que impone la ciudad de Playa del Carmen a la altura de la Av. Constituyentes. Esta condición implica la eliminación del intercambio de procesos entre el Sur de la cuenca y su límite Norte. El avance humano sobre este humedal costero también implica el aporte de nutrientes exógenos cuyo destino no se ha definido bajo trabajos científicos.

En este contexto resulta que, de manera particular, la actuación no afectará la integralidad del ecosistema, considerado íntegro cuando existía continuidad en la totalidad del humedal costero quintanarroense. Así, el espacio en el que se pretende este proyecto corresponde a un ecosistema que, aunque aún funcional, carece ya de segmentos entendidos éstos como procesos y espacios naturales que formaron antes parte de un todo. Las siguientes imágenes ilustran el grado de fragmentación, de la cuenca del humedal.



La segmentación del sistema Punta Bete-Punta maroma y la consecuente interrupción del flujo superficial se explica por sí misma en esta imagen.

La zona continental, como en el resto de la Península de Yucatán, afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Los depósitos sedimentarios que se exponen en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares que, en algunas zonas, presentan estratificación cruzada.

Es en este medio en el que se favorece el proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades cársticas. Se estima (SEMARNAT, 2006), para la unidad fisiográfica, un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m^3/día por m^2 de área unitaria ubicada sobre la línea de costa.

Las direcciones de flujo y la geología local del predio muestran una convergencia de flujo subterráneo hacia la línea de costa; sin embargo, pueden ser identificados como flujos locales en dirección NW-SE.

El agua subterránea que circula por debajo del predio, de manera análoga al resto del sistema, lo hace a través de fracturas, conductos de disolución y planos de estratificación en un medio calcáreo constituido por calcarenitas por lo que el cambio de uso del suelo, la construcción y operación de este proyecto que incide sobre las superficies más elevadas de la propiedad no implica afectación a este proceso geohidrológico por lo que no se afecta la integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental sobre la cual, a 3,300 y 2,700 m

se presentan únicamente en los frentes de Punta Bete y de Punta Maroma, arrecifes de coral de tipo bordeante. Mientras que entre éstas el sistema arrecifal se encuentra poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la estructura comunitaria.

Por otra parte y en relación a la integralidad del flujo hidrológico en la cuenca del humedal se observa, en el contexto fisiográfico, que se han realizado caminos y obras que sí representan barreras y variantes severas al flujo y reflujo hidrológico superficial pero, para la construcción y operación de este proyecto no se implica afectación a la cuenca y, al interior del predio sí se mantienen las escorrentías por lo que no se interferirá la integralidad del flujo hidrológico hacia y desde el humedal como conjunto y de este al mar.

Por lo anterior, las actividades de cambio de uso de suelo sobre 10.03 Ha que se proponen para la construcción y operación de este proyecto inmobiliario no se encuentran en posibilidad de afectar, ni de interferir, ni de deteriorar, en un grado superior al existente, el flujo hidrológico del humedal costero.

Se concluye que por las obras y actividades objeto de este documento no representan riesgos adicionales a la integralidad de la cuenca hidrológica porque, además de que no se incide de manera directa sobre ella se mantiene una zona de amortiguamiento, la

Unidad de Paisaje Bajos inundables, cuya amplitud varía entre los 20 y 50 m dejando así a salvo integralidad del ecosistema manglar y su zona de influencia en la plataforma continental.

Productividad natural primaria

Este apartado de la NOM-022-SEMARNAT-2003 se refiere a la productividad primaria del humedal costero. Si bien este proceso en el contexto de la conservación de los humedales es relevante, por la posición geográfica del terreno que nos ocupa, así como la disposición y dimensiones de la actividad que se propone, no le es aplicable. Lo anterior en virtud de que la definición 3.36 “Humedales costeros” de la NOM-022-SEMARNAT-2003, establece: *Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófita e hidrófita, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación con el nivel medio de la marea más baja.*

Por lo anterior, y en virtud de que el área de ocupación de la actividad pretendida se encuentra fuera de la cuenca del humedal y no incide sobre el manglar entonces no se está en la *transición entre aguas continentales y marinas* lo que corresponde a la franja costera.

No obstante, la cuestión de la productividad primaria será analizada en función de la cuenca, lo que refleja la condición eco fisiológica del humedal costero.

Para el caso se consultaron diversas fuentes y no se tiene, o no se encontró, una referencia expresa sobre el tema para la cuenca Punta Bete-Punta Maroma. Se revisaron citas bibliográficas, se consultaron las bibliotecas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín; se consultó al Centro de Información Científica y Humanística (CICH) de la UNAM y en ninguno de ellos se encuentra esta información.

A pesar del vacío informativo de carácter científico para el sitio, es posible realizar el análisis de esta garantía de acuerdo a información conocida como se expone a continuación:

La productividad primaria se establece como la cantidad de materia orgánica producida mediante la fotosíntesis en un área y tiempo determinados. Se expresa en términos de energía acumulada (calorías/ml/día o en calorías/ml/hora) o bien en términos de materia orgánica sintetizada (gramos/m^2/día o Kg/hectárea/año), es decir define incremento de biomasa (o energía bioquímica almacenada) por unidad de superficie o volumen por unidad de tiempo. De esta forma se establece que la producción de hojas, su crecimiento y su caída es un proceso indicador de la biomasa.

En las plantas, la producción de hojas (biomasa) y su caída en forma de hojarasca está influenciada por múltiples factores como los cambios fisiológicos y los tensores naturales y artificiales. Tovilla y De la Lanza (1999) en estudios realizados en México con la especie *Conocarpus erectus* encontraron variaciones significativas dentro del período analizado con los mínimos en enero y febrero y los mayores registros en junio y julio, observándose una periodicidad en la producción y cada 6 meses un pico elevado de ella. La producción media diaria fue de 2,59 g/m2 coincidiendo con los valores obtenidos por Pool et al. 1975), para esta especie en bosques de manglar del sur de la Florida y Puerto Rico y por Tovilla y De la Lanza (1999) en el Pacífico mexicano para *Conocarpus erectus.*

Estos autores reportaron una productividad media mensual para *Conocarpus erectus* de 79.05 g/m^2 y de 140 y 200 g/m^2 mensual para *Rhizophora mangle.*

Esta información, trasladada a la cuenca Punta Bete-Punta Maroma implica que, así estimada, la productividad primaria se encuentra entre los 60 y 80 g/m^2

Para el caso del Sistema Ambiental determinado para este trabajo en función de las fronteras de no flujo existentes ya previamente argumentadas y analizadas se obtiene que la productividad primaria puede estimarse entre 52 y 55 g/m^2

Adicionalmente a lo anterior Jorge López Portillo y Exequiel Ezcurra, en la publicación *Los manglares de México: una revisión* (Madera y Bosques Número especial, 2002:27-51) indican, en lo relativo a la productividad de los manglares, que “En México se han hecho estudios de producción de hojarasca (Tabla 1), en el Golfo de México por Rico (1979), Rico y Lot (1983), López Portillo y Ezcurra (1985) y Day et al. (1988). En la costa del Pacífico dichos estudios han sido publicados por Flores et al. (1987), Ramírez (1987) y Hernández y Espino (1999); probablemente hay otros estudios descritos en tesis profesionales a las que no se tuvo acceso. La zona del Caribe carece de tales estudios. Rico (1979) estudió un bosque de manglar mixto (de tipo cuenca de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker, 1974) en una laguna costera en Veracruz y registró una caída media de hojarasca 2.80 g m^{-2} $día^{-1}$ (1 025 g m^{-2} $año^{-1}$). López Portillo y Ezcurra (1985) estudiaron un manglar monoespecífico de *Avicennia germinans* en la Laguna de Mecoacán, Tabasco en una planicie lodosa (clasificación de Thom, 1967) encontrando una caída media de 1.68 g m^{-2} $día^{-1}$ (614 g m^{-2} $año^{-1}$). Day et al. (1988) determinaron que la caída de hojarasca fue de 835 g m^{-2} $año^{-1}$ en una orilla dominada por *Rhizophora* y 1252 g m^{-2} $año^{-1}$ en un manglar ribereño (*sensu* Lugo y Snedaker 1974) con *Avicennia germinans* como especie dominante.

Estos autores establecen que:

Caída de hojarasca anual en otros manglares
(promedio de valores publicados, Twilley *et al.*, 1986)

TIPO DE MANGLAR	TOTAL MEDIO ANUAL DE RECAMBIO DE AGUA	HOJARASCA ± EE (g/m²)
Manglares enanos	muy bajo	186 ± 55
Manglares de cuenca mixtos	intermedio	835 ± 61
Manglares de orilla	alto	900 ± 72
Manglares riparios	muy alto	1 298 ± 101

Siendo que las obras y actividades no inciden el manglar y que se mantiene una franja de amortiguamiento entre éste y la selva de transición que corresponde a la Unidad de Paisaje bajos inundables, cuya amplitud varía entre los 20 y los 50 m, se concluye que este proyecto no afectará la productividad primaria del humedal costero.

Esta conclusión es importante porque, precisamente, el objeto de esta Norma Oficial Mexicana es la preservación del manglar **como comunidad vegetal y en el área determinada para la construcción y operación del proyecto que será intervenida la cubierta de ésta es inexistente**.

Así, a la luz de esta Manifestación de Impacto Ambiental, la autoridad normativa al evaluar este documento está en posibilidad de determinar con certeza que por las obras y actividades en ecosistemas costeros y el cambio de uso del suelo que conlleva el proyecto Armonía no se implican, en ningún momento, la afectación o posibilidad de daño a la integralidad del manglar en el sentido de incidir negativamente en su productividad natural.

La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

Este concepto es aplicable, primordialmente, a las áreas naturales protegidas. El caso que ocupa este humedal es distinto, en particular por la regulación de carácter suburbano que se le imprime al predio de interés a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL), es decir que el concepto de carga natural para turistas, en este caso se ciñe, obligatoriamente, a los usos y destinos del suelo cuyas especificaciones, en lo relativo a la capacidad territorial para los usos suburbano, comercial e infraestructura para recibir e integrar un proyecto se definen, con toda precisión en el POEL, que es el instrumento de gestión y administración territorial vigente y aplicable.

De acuerdo con lo anterior, la capacidad de carga, al norte de Playa del Carmen y fuera del centro de población legalmente establecido por un Plan de Desarrollo Urbano, es determinada por el POEL-S el cual indica que el sitio geográfico dónde se localiza el polígono predial se regula por las políticas y criterios de ordenación territorial de la UGA 17 "Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco" cuya política es de conservación, la vocación de uso del suelo es turística admitiendo los usos condicionados para Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural y marina siendo incompatible con los usos

forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial y minero lo que hace aceptable el proyecto planteado y cuya carga deriva del cumplimiento del Criterio Específico CE-20 que indica la capacidad de carga en términos de "*La densidad para fraccionamientos suburbanos de tipo residencial es de hasta 12 viviendas residenciales por hectárea…",* situación que también cumple la propuesta.

Así, en el contexto de la intervención que se pretende en esta MIA-P, este precepto queda fuera del alcance dado la naturaleza del proyecto. No obstante, por lo anteriormente expresado, se asume que la *estimación capacidad de carga natural del ecosistema para turistas* de este proyecto que se desarrolla bajo los lineamientos y especificaciones principalmente del POEL-S es una condición que no implica la merma de otras posibilidades de carga de las porciones funcionales de los humedales de Punta Bete - Punta Maroma.

Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje

Partiendo de los estudios ecológicos especiales realizados para esta MIA-P mediante muestreos por medio de bandeo y observaciones no sistemáticas para el caso de aves, se está en posibilidad de relacionar aspectos de distribución y abundancia con sitios específicos dentro del predio, así como definir, de forma general, áreas de anidación, reproducción, refugio y alimentación para la fauna.

El predio presenta cuatro ambientes bien diferenciados que son: selva baja subcaducifolia, selva de transición y manglar. Todos ellos descritos en el capítulo IV de esta MIA-P.

La integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje del humedal costero se mantienen garantizadas ya que la propuesta constructiva no incide en la UP Bajos inundables y tampoco en la UP Manglar. Ambas mantendrán conectividad hacia otras zonas del humedal las que han de ser utilizados por la fauna silvestre ya que corresponden a sitios adecuados para la anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje. La propuesta de corredores para fauna, así como las superficies determinadas para la protección de escorrentías que el proyecto ofrece, permitirán el desplazamiento de diversos taxa dentro del predio, así como hacia y desde extramuros favoreciendo con ello la permanencia de los procesos que pretende conservar este punto normativo.

En cuanto a la avifauna, el estudio realizado arrojó que, bajo la propuesta de ocupación del espacio que se presenta con este proyecto, no hay razón para prever su desplazamiento ni del humedal ni del predio ya que en el conjunto permanecerá el 100% la vegetación de humedal actualmente existente lo que asegura, como se mencionó anteriormente, la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje

Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;

Como se mencionó con anterioridad, el análisis LIDAR realizado permitió definir las escorrentías superficiales más importantes y de mayor caudal mismas que se conservarán. En cuanto a los ríos de superficie, raros en la Península de Yucatán, no hay ninguno dentro del predio. Los más próximos se encuentran al sur, en la propiedad del Hotel Tres Ríos los que son los denominados *Río Selva* y *Río Pájaros*.

En cuanto a las afectaciones potenciales a la Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos, de superficie y subterráneos, la duna, la zona marina adyacente y los corales, se reitera que el alcance del proyecto es en superficie y que, a nivel de la cuenca Punta Bete-Punta Maroma como unidad fisiográfica, el flujo de agua es de un volumen promedio

de descarga subterránea de 175 m^3/día por m^2 de área unitaria ubicada sobre la línea de costa situación con la que el proyecto no interfiere.

Así, se puede definir que el comportamiento de los flujos en la zona se caracteriza por la presencia de un sistema de fracturas con orientación norte-sur, que físicamente conforman un sistema de descarga del agua subterránea que trabaja como un vertedor, al colectar el agua y descargarla al mar.

En cuanto al drenaje superficial de carácter regional éste se constituye por escurrimientos oeste-este y el drenaje secundario, dado por escurrimientos pluviales asociados a la topografía se presenta con dirección noreste-suroeste.

Finalmente, del análisis de las imágenes LIDAR permite determinar la influencia mareal en la porción del humedal del Sistema Ambiental definido que, eventualmente, ha de recibir la actuación que se presenta no corresponde a un estuario y que el movimiento de las mareas no alcanza al bosque de manglar que existe al interior del predio.

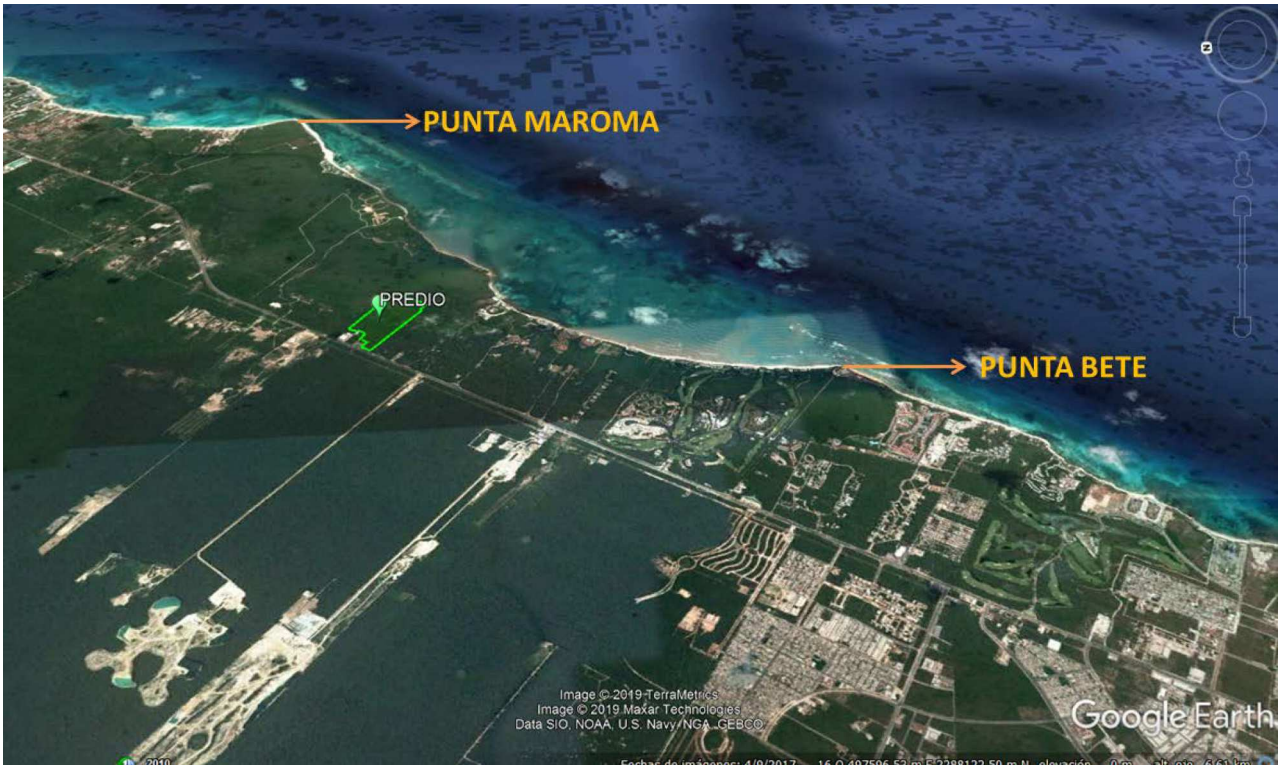
De acuerdo con lo anterior, se concluye:

En función de la información técnica específicamente obtenida se puede determinar que, en el contexto de la intervención que se pretende, en ningún caso se pueden desintegrar las interacciones funcionales entre el humedal costero, la duna, la zona marina y los corales ya que las obras y actividades se pretenden únicamente en superficie, porque se mantienen las escorrentías, se favorece la permanencia del humedal, incluyendo la franja de bajos inundables que se presenta ente la selva de transición y el manglar.

Cambio de las características ecológicas

Los cambios de las características ecológicas de un sitio determinado ocurren en dos vertientes: las naturales que ocurren por fenómenos naturales estocásticos que pueden ser, o no, catastróficos y que ocurren con más o menor frecuencia, así como por afectaciones causadas por el hombre.

Como se ha descrito y se expone en esta MIA-P, el humedal que ocupa la cuenca entre Punta Bete y Punta Maroma se encuentra sujeto a distintas presiones que han incidido en la composición, distribución y abundancia de los diversos ambientes originales que lo compusieron. Desde la perspectiva antropogénica, la cuenca presenta actualmente modificaciones diversas de las cuales destacan, por su importancia en relación con las variaciones de las características ecológicas, las construcciones hoteleras con amplias excavaciones o formadores de taponamientos que han modificado las salidas y entradas del agua y su conectividad con los manglares del sistema y los caminos perpendiculares a la línea de costa. De estos últimos, es el seccionamiento del macizo forestal continental que representa la carretera federal 307 y, por lo menos, 11 caminos que le seccionan de este a oeste y que constituyen barreras para el flujo hidráulico superficial y en mayor o menor medida para la fauna silvestre terrestre.



El sitio de interés se encuentra, a su vez, embebido en un espacio seccionado del humedal costero en el cual el flujo hidrológico superficial se ha modificado, por tres barreras hidrológicas, tal y como se muestran en la siguiente imagen.

Se observan los caminos que seccionan y delimitan el Sistema ambiental en el que se encuentra el predio.

Así, una porción del predio de interés se encuentra dentro de un humedal costero ya modificado, no íntegro, y en el que se plantean las intervenciones para la construcción y operación del proyecto residencial objeto de esta MIA-P mismas que no inciden en áreas inundables ni en el manglar.

No obstante lo anterior, a nivel de predio, la calidad ambiental del espacio que ocupa el humedal costero es relativamente buena en el sentido de que se observan renuevos de mangle rojo y se puede determinar que, en términos florísticos, el ensamble mantiene una condición de normalidad por lo que se considera ventajoso que el proyecto constructivo y su consecuente operación se mantenga fuera de estos espacios que son, aún, predominantemente naturales por lo que, dada esta circunstancia, no se prevén afectaciones derivadas de la construcción y operación de este proyecto inmobiliario.

Dada la condición de no intervención en los bajos inundables ni en el manglar se puede determinar que no se esperan cambios negativos adicionales a los descritos en el contenido de este humedal costero.

Por lo anterior, es posible sostener que por las obras y actividades que se analizan en esta MIA-P y dados los atributos del proyecto así como la consideración de las condiciones prevalecientes en el humedal existente en el predio, sitio en el que el proyecto no incide, no pueden causarse mayores variaciones negativas a la cuenca del humedal ya que no se realizarán obras ni actividades que pudieran representar un cambio en la estructura y composición del manglar y mucho menos de la cuenca que lo contiene.

Lo anterior en el claro entendido de que las características ecológicas de un humedal son la estructura y las relaciones entre los componentes biológicos, químicos y físicos y que éstas derivan de interacciones entre los diversos procesos, funciones, atributos y valores del ecosistema.

Bajo este marco de referencia, las obras y actividades pretendidas y su consecuente operación y mantenimiento no involucran un cambio en las características ecológicas entendiendo, "cambio en las características ecológicas" de un humedal como *el deterioro o el desequilibrio en cualquiera de esos procesos y funciones que sustentan al humedal y a sus productos, atributos y valores.*

Servicios ecológicos

El manglar es el equivalente costero del bosque selvático en tierra. Constituye un ecosistema complejo que alberga una alta biodiversidad siendo uno de los ensambles más productivos del mundo.

Entre sus árboles, ramas y follaje se encuentran diversas especies de aves, reptiles, mamíferos, insectos, plantas epífitas, líquenes, hongos, etc. Las raíces aéreas surgen de las aguas saladas y salobres en costas, estuarios y deltas, formando un entramado que aloja especies animales (peces, moluscos, crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana. Los manglares son zonas de apareamiento y cría de especies y son refugio para alevines en desarrollo y/o formas de vida marina en etapa larvaria.

Además, protegen las costas de la erosión.

Es, de acuerdo con lo anterior, que el proyecto se hace consecuente ya que el plan maestro original se modifica, de tal manera, que se retiran las obras que, en un principio, tenían contacto con el bajo inundable e incidían cercanamente al manglar. El análisis espacial del terreno determinó modificaciones que aseguran la continuidad de los servicios ecológicos del humedal que éste contiene lo que, también, establece con claridad dónde y bajo qué términos es posible la ejecución de este proyecto al grado de orientar su emplazamiento geográfico fuera del humedal costero a efecto de conservar los servicios ambientales que dicho ensamble presta lo que, por otra parte, representa un principio de desarrollo sustentable.

Las medidas de protección ambiental que se plantean en el capítulo V de este documento incluyen delimitar áreas de no intervención a efecto de asegurar y garantizar la continuidad de los servicios ambientales que presta el manglar y los humedales del terreno.

En virtud de lo anteriormente expresado, se puede afirmar que siendo que el proyecto

Armonía no implica afectación sobre los bajos inundables ni sobre el manglar es, consecuentemente, una propuesta de desarrollo inmobiliario que preservará los servicios ambientales más relevantes del humedal costero, en el segmento que se encuentra dentro de la propiedad, tanto para protección contra inundaciones y la sustentabilidad de los atributos asociados tales como sus funciones como filtro biológico crítico para el mantenimiento de la calidad del agua al retener sedimentos, remover nutrientes y tóxicos, así como de hábitat de flora y fauna silvestres incluyendo especies en peligro de extinción, endémicas y migratorias.

De los puntos anteriores, y previo a la vinculación que sigue, se presentan las siguientes consideraciones:

1. El espacio que ha de recibir el proyecto armonía fue analizado a detalle utilizando imágenes LIDAR que proporcionan una representación tridimensional del sitio y permiten

una adecuada aproximación permitiendo la realización de modelos digitales de terreno que, a su vez, admiten diversos escenarios simulados.

2. Se realizó un extenso trabajo de campo que se expone en esta MIA-P el cual muestra los datos que determinan la delimitación del manglar como Unidad de Paisaje con resultados que determinan que éste corresponde a una comunidad bien conservada que puede ser mantenida y, en caso necesario, mejorada.

3. En función de lo anterior se adecuó el plan maestro original, de tal forma, que no se afectan los espacios que implican humedal costero dentro del predio. Más incluso: no se admiten obras en los bajos inundables en los que existe mangle rojo.

4. Como resultado ambientalmente concreto y positivo de lo anterior, el manglar y el bajo inundable que se presenta entre éste y la vegetación de selva de transición se mantienen libres de toda construcción.

5. Se considera, a cabalidad, la conservación de los escurrimientos superficiales más importantes, así como cuerpos de agua interiores ya que forman parte de la hidrología superficial de la cual el manglar depende.

6. El plan maestro que aquí se presenta conserva la totalidad del manglar existente en el predio, mantiene intacta la comunidad vegetal que lo conforma, preserva su estructura y, por ende, los servicios ambientales que éste presta.

7. Se preserva, entonces, el manglar, dentro del predio, como comunidad vegetal y el alcance constructivo del proyecto garantiza su integralidad entendida esta como la preservación de:

   a) sus flujos hidrológicos.

   b) su productividad natural.

   c) su capacidad de carga

   d) su función como hábitat de flora y fauna

   e) su capacidad de prestar servicios ambientales

8. Habiendo retirado toda incidencia sobre el manglar y los bajos inundables se establece que la propuesta resulta congruente con la permanencia espacio temporal del humedal y su cuenca.

4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

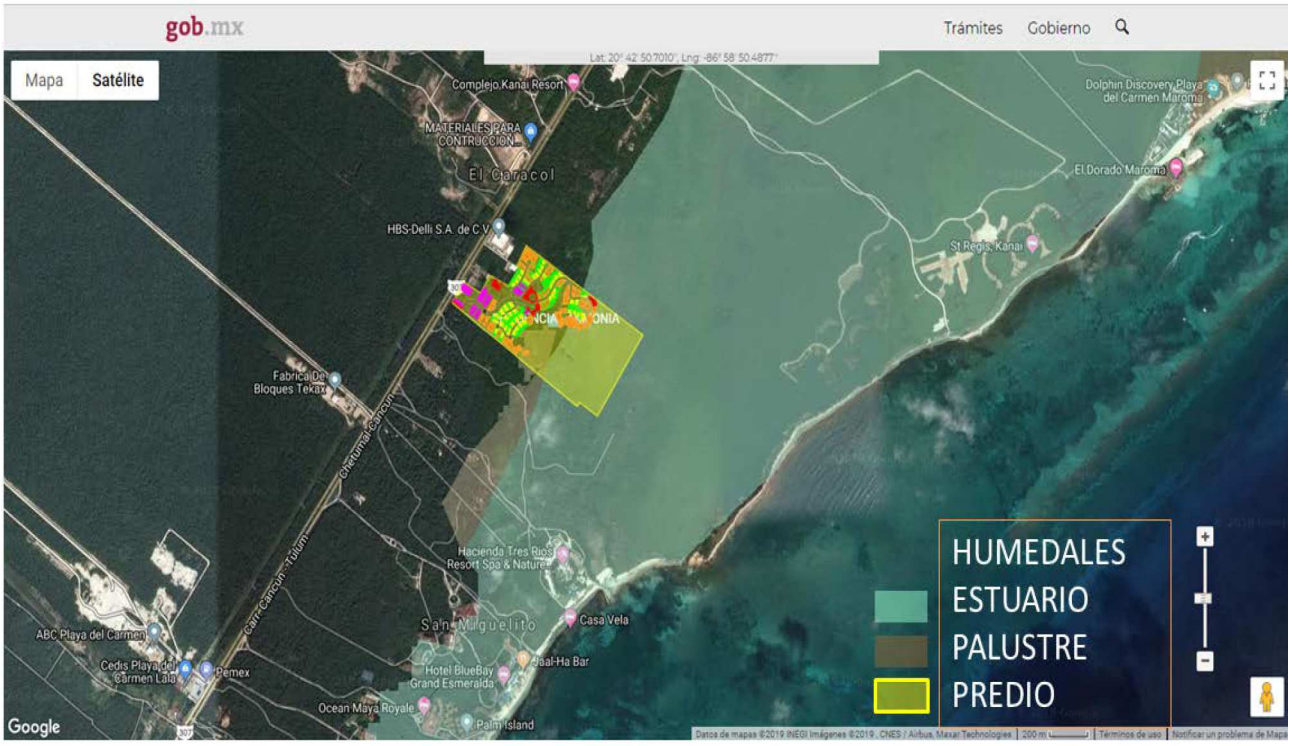
VINCULACIÓN.

El proyecto que aquí se presenta no interrumpe el flujo ni desvía cauces o escorrentías de forma que se ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales punta- bete-punta maroma. El proyecto mantiene íntegro el humedal dentro de la propiedad y **no participa** con construcciones como las existentes en la cuenca tales como: vialidades, infraestructura y proyectos que se encuentran en operación.

El humedal ya fue fragmentado y, por lo tanto, ya cuenta con modificaciones en su flujo natural de agua.

En la siguiente imagen se puede observar el plan maestro del proyecto sobre la capa de información de Humedales de la Conagua, en la que se observa que se respeta la zona delimitada como humedal.

MAPA DEL PLAN MAESTRO VS HUMEDALES SEGÚN CONAGUA.



De igual manera se sobre puso el plan maestro a la capa de información de manglares de la CONABIO, donde se pude observar que se respeta el área delimitada como manglar.

MAPA DEL PLAN MAESTRO VS MANGLAR SEGÚN CONAGUA.

4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

VINCULACIÓN.

No se considera la construcción de canales ni se pretende la afectación ni la restauración del manglar.

4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.

VINCULACIÓN.

No se considera la construcción de canales.

4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

VINCULACIÓN.

El proyecto no requiere ni considera el establecimiento de infraestructura como la descrita, ni ninguna otra obra civil que Gane terreno a la unidad hidrológica.

4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

VINCULACIÓN.

El proyecto mantiene concordancia con la conservación manglar por lo que no se plantea bordo alguno y, por el contrario, las vialidades y obras se adecuarán a la permanencia de las escorrentías superficiales. Así, no se pretende la construcción de bordos que bloquen el flujo del agua hacia el humedal costero.

4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.

VINCULACIÓN.

El proyecto no considera actividades que impliquen procesos de contaminación y azolvamiento al ecosistema de manglar del predio. En el caso del azolvamiento, el proyecto considera manejar el drenaje pluvial fuera de las áreas de manglar mediante canalización a pozos de absorción donde se requieran los cuales contará con sus respectivas medidas para evitar la contaminación al manto freático como trampas de sólidos y grasas. Con relación a la contaminación, el proyecto compromete el uso de infraestructura sanitaria y la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos que garantiza la no contaminación del humedal y de la zona de influencia del proyecto.

4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad de este.

VINCULACIÓN.

No se pretende la utilización o vertimiento de agua proveniente de la cuenca que alimenta al humedal costero punta bete-punta maroma.

4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

VINCULACIÓN.

El proyecto no involucra, en ninguna de sus fases, actividades productivas que desechen sustancias peligrosas o tóxicas.

En lo referente a las aguas servidas estas serán tratadas y enviadas a pozo profundo. Por lo anterior se previene el vertimiento de agua que contenga contaminantes.

4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

VINCULACIÓN.

La actuación no requiere realizar vertidos de aguas residuales.

4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

VINCULACIÓN.

El proyecto no requiere extracción de agua subterránea en áreas colindantes al manglar. La presente atapa que se somete a evaluación no considera la extracción de agua subterránea, en su momento oportuno y cuando sea necesario la promovente someterá a evaluación una MIA en la que se establecerá cual será el proceso de obtención de agua, así como sus justificación técnica y científica que avale esta actividad.

4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la
Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

VINCULACIÓN.

No se considera la introducción de especies exóticas o poblaciones de éstas, por lo que no es aplicable esta especificación para el proyecto.

4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

VINCULACIÓN.

La propuesta no comprometerá el balance hídrico y no representa riesgos relativos a cambios en las condiciones de salinidad del sitio.

4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un

humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

VINCULACIÓN.

Para las obras y actividades relacionadas con el proyecto inmobiliario que se presenta a través de esta MIA-P no se consideran. En ninguna de sus fases, trazos de vías de comunicación en la cuenca del humedal.

4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

VINCULACIÓN.

Para las obras y actividades relacionadas con el proyecto inmobiliario que se presenta a través de esta MIA-P no se consideran, en ninguna de sus fases, trazos de vías de comunicación en la cuenca del humedal.

4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

VINCULACIÓN.

Este aspecto queda fuera del alcance del proyecto que se analiza. La propuesta que se presenta no incide sobre el manglar o cuenca del humedal.

4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

VINCULACIÓN.

La especificación es aplicable. La distancia de las áreas desarrollables en lotes va de los 25 a los 130 m con respecto al límite del humedal. Por lo anterior la promovente se acoge a lo indicado en la especificación misma que se vincula más adelante.

4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas

que los contienen.

VINCULACIÓN.

Este aspecto no es aplicable al proyecto. El material de construcción se comprará en comercios establecidos, por lo que se consideran regulados por la autoridad competente municipal.

4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

VINCULACIÓN.

Se anexa al presente proyecto copia del resolutivo **03/ARRN/2259/17**, de fecha 11 de diciembre del 2017, emitido por la SEMARNAT Delegación Federal en el estado de Quintana Roo, en el que se autoriza por excepción el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de 11.12 hectáreas para el Proyecto en cuestión. Cabe señalar que no se contempla realizar ningún tipo de obra o actividad que no haya sido autorizado mediante el mencionado proveído, por lo que el área de mangle será respetada tal y como lo establece la legislación ambiental vigente.

4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

VINCULACIÓN.

No es aplicable. No se consideran ni se requieren dragados ni zonas de tiro.

4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

VINCULACIÓN.

No se depositarán desechos en el humedal. La disposición de residuos sólidos se realizará de acuerdo a lo establecido por las autoridades municipales basado en sus directrices y de acuerdo al programa de manejo de residuos sólidos.

4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no le es aplicable al proyecto. No se pretende una granja camaronícola.

4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no le es aplicable al proyecto. No se pretende infraestructura acuícola.

4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

VINCULACIÓN.

No es aplicable. No se requiere de ninguna canalización.

4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no es aplicable. No se trata de un proyecto de producción agrícola.

4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no es aplicable. No se trata de un proyecto de producción agrícola.

4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no es aplicable. No se solicitan canales de llamada.

4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

VINCULACIÓN.

Esta especificación no es aplicable. No se trata de un proyecto extractivo.

4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

VINCULACIÓN.

El proyecto no pretende infraestructura dentro del humedal. Al respecto esta norma precisa, en la definición 3.8, el término "bajo impacto" que a la letra indica lo siguiente: "*cuando la obra o actividad que se pretenda llevar a cabo no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas emitidas por la federación para proteger al ambiente, antes de dar inicio a la obra o actividad de que se trate".*

En este sentido y en caso de que se realicen senderos, brechas o andadores en el área de conservación se solicitará lo conducente de acuerdo a lo indicado en el **criterio CG-25** del POEL-S que dice:

"...*no se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del Predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto*..."

4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

VINCULACIÓN.

Se trata de un proyecto inmobiliario que no colinda con la costa por lo que no se consideran actividades náuticas en el humedal costero.

4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

VINCULACIÓN.

No es aplicable. No se considera la realización de actividades náuticas en el humedal costero.

4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

VINCULACIÓN.

No es aplicable. No se considera la realización de turismo educativo, ecoturismo u observación de aves en el humedal costero.

4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.
VINCULACIÓN.

No se considera ni se implica establecer nuevos caminos a la playa. La especificación no es aplicable al proyecto.

4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

VINCULACIÓN.

No se considera construir canales. No es aplicable.

4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

VINCULACIÓN.

No es aplicable no se considera la compactación del sedimento dentro del humedal ya que en él no se realiza ninguna obra o actividad.

4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

VINCULACIÓN.

El manglar que se encuentra en el predio será protegido manteniendo su conectividad con el resto de los ensambles vegetales que ocurren en el predio favoreciendo, con una red de espacios naturales, el libre tránsito de la fauna silvestre.

4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

VINCULACIÓN.

El manglar que se encuentra en el predio será protegido manteniendo su conectividad con el resto de los ensambles vegetales que ocurren en el predio favoreciendo, con una red de espacios naturales, el libre tránsito de la fauna silvestre.

4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

VINCULACIÓN.

Siendo que el proyecto se adaptó a las escorrentías superficiales, no se hace necesario considerar la regeneración natural de la unidad hidrológica. Al retirar las obras de las unidades de paisaje "bajos inundables" y "manglar" se favorece y se propician los procesos sucesionales propios de la vegetación que los representa. Al momento no existen vertimientos de aguas residuales del predio hacia el manglar y el proyecto no los considera de manera que se conserva el espacio mencionado.

Especificación 4.43. La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

VINCULACIÓN.

La actuación no se vincula con las prohibiciones indicadas en los numerales 4.4, 4.22 ni 4.14. No obstante rebasa, en algunos segmentos del sembrado de proyecto, el límite relativo a la colindancia de 100 m indicado en el numeral 4.16 de esta norma oficial mexicana.

Al respecto, y como se ha indicado con anterioridad, de inicio el proyecto, el plan maestro original, no incide sobre las unidades de paisaje "manglar" ni "bajos inundables". Esta situación corresponde, en el hecho concreto, a una medida en beneficio del humedal.

Adicionalmente se establece, al interior del predio, una zona libre de obras con una superficie de 17.02 ha. (La totalidad de las unidades de paisaje "bajos inundables" (3.43 ha), y "manglar" (13.59 ha). La medida compensatoria es, entonces, no realizar obras causales de impacto sobre el humedal en estas superficies de la propiedad.

Adicionalmente Como medidas de compensación se propone el cumplimiento de los siguientes:

- Vigilar permanentemente la salud y calidad del humedal de manglar en el predio y su zona aledaña.
- Prevenir y/o compensar los impactos ambientales negativos accidentales, no previstos, evitando que pudiesen afectar la zona de manglar aledaña.
- Se implementarán medidas de prevención, protección, remediación, rehabilitación,

restauración y/o reforestación que permitan mantener o incrementar los bienes y servicios ambientales que actualmente presta el humedal.

- Mantener la funcionalidad ecosistémica del manglar por medio de la implementación de estrategias ambienta/es como reforestación de especies seleccionadas de la vegetación de manglar para reforzar la permanencia de estas comunidades y garantizar la continuidad en el tiempo y en el espacio las diversas especies de flora y fauna asociadas al manglar.
- Mantener en el predio el germoplasma necesario para garantizar la continuidad en el tiempo y espacio de las diversas especies de manglar existentes en el predio y su zona aledaña.
- Se creará un vivero dentro del proyecto, para reproducción del manglar. Para garantizar la conservación de bienes y servicios que ofrece el ecosistema de manglar.
- Las acciones de compensación y mitigación tienen una importancia fundamental, tanto los recursos vegetales característicos de la región, como el mantenimiento de las condiciones que propicien el flujo de las especies.
- Por otra parte, la conservación de áreas con la vegetación natural y su aislamiento de las presiones antropogénicas contribuirán a mantener la dinámica de los procesos sucesionales y a conservar la continuidad del paisaje regional.
- El desarrollo de prácticas de manejo, prevención, conservación y arborización permitirá conectar directamente las áreas con vegetación natural de conservación y corredores biológicos para cumplir con los objetivos.

IV.1. ARTÍCULO 60 TER, DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS), PUBLICADO EL 1 DE FEBRERO DE 2007, EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.

Artículo 60 TER.

"Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en la características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar."

Sobre el particular, como ya se mencionó en párrafos anteriores se anexa el resolutivo **03/ARRN/0062/13**, fechado el 15 de enero del 2013, en el cual en su **CONSIDERANDO IX** la misma Delegación se SEMARNAT corrobora mediante el análisis LIDAR así como corroboraciones en campo el cumplimiento adecuado tanto al artículo en mención como a la **NOM-022-SEMATRNAT-2003**, dando constancia en que se mantienen funcionales las escorrentías superficiales de agua ya que no se proyectan intervenciones sobre las áreas frágiles colindantes al manglar.

De tal manera que la integración deriva, de forma contundente, en la conservación de una superficie de 17.04 Ha. (la totalidad de las Unidades de Paisaje "Bajos inundables" (3.43 ha), y "Manglar" (13.59 ha) por lo que la presencia de obras superficiales, ubicadas por el equipo de diseño en las porciones más elevadas de la propiedad, no interfieren con los flujos subterráneos y mantienen la integridad de las escorrentías superficiales.

En los puntos de intersección con las vialidades se realizarán los pasos de agua bajo los siguientes criterios de integración ambiental:

DEBEN DE PERMITIR:

- El paso de todos los organismos acuáticos para mantener la diversidad en conectividad.
- El paso del agua + organismos + materiales.

NO DEBEN DE ADMITIR:

- El bloqueo al agua o a la fauna silvestre.
- No deberán de presentar saltos hidráulicos a la entrada y salida.
- No deberán de acelerar la velocidad del agua al interior del paso.
- No deberán de causar turbulencia.

En cuanto a los flujos subterráneos los estudios realizados en la zona, en el sistema Punta Bete-Punta Maroma, determinan que se tiene un flujo de agua subterránea perpendicular a la línea de costa, con dirección predominante NW-SE, la descarga del acuífero es de 175 m^3/día por cada metro cuadrado de área unitaria ubicada sobre la línea de costa.

Lo anterior es particularmente relevante en virtud de que siendo el proyecto que se analiza una obra y actividad en la superficie, no se implica, en términos geohidrológicos, afectación alguna a la integralidad del flujo hidrológico del manglar y por lo que tampoco puede representar una interferencia con el funcionamiento de la cuenca del humedal existente en el Sistema Punta Bete-Punta Maroma entendido éste como el ecosistema que protege el artículo que se vincula y, tampoco representa posibilidad de afección sobre la zona de influencia del humedal ya que la Unidad de paisaje "bajos inundables" se mantiene intacta.

Por otra parte, y en relación a la productividad natural, entendida ésta como la generación de biomasa por el manglar, la propuesta que se presenta a evaluación del impacto ambiental, no representa merma alguna sobre este componente ya que las actividades de construcción y operación se plantean, en su totalidad, sobre porciones elevadas fuera del humedal costero. Este aspecto ya fue descrito en la vinculación realizada con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

La zona de influencia de este proyecto no rebasa las barreras del Sistema Ambiental que es delimitado por caminos costeros que seccionan el flujo superficial. En este contexto, la obra propuesta, en ningún caso, ha de representar cambios negativos en los atributos ecológicos a la cuenca del humedal, entendidos estos como la capacidad de carga natural del ecosistema, la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, afectación a zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje ni en las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales ni provocarán cambios en la características y servicios ecológicos ya que no se interferirán los flujos subterráneos ni superficiales.

Finalmente se asevera que la construcción y operación del proyecto que se presenta en esta MIA-P no implican, en ningún momento, la remoción, el relleno, el trasplante, la poda o la construcción de cualquier obra o realización de actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar.

No se realizarán obras sobre o en la cuenca del humedal por lo que se mantendrán, en la condición natural en la que se encuentran, el conjunto de sus características y los servicios ecológicos que presta incluyendo su productividad natural, su capacidad de carga natural, las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje así como las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.

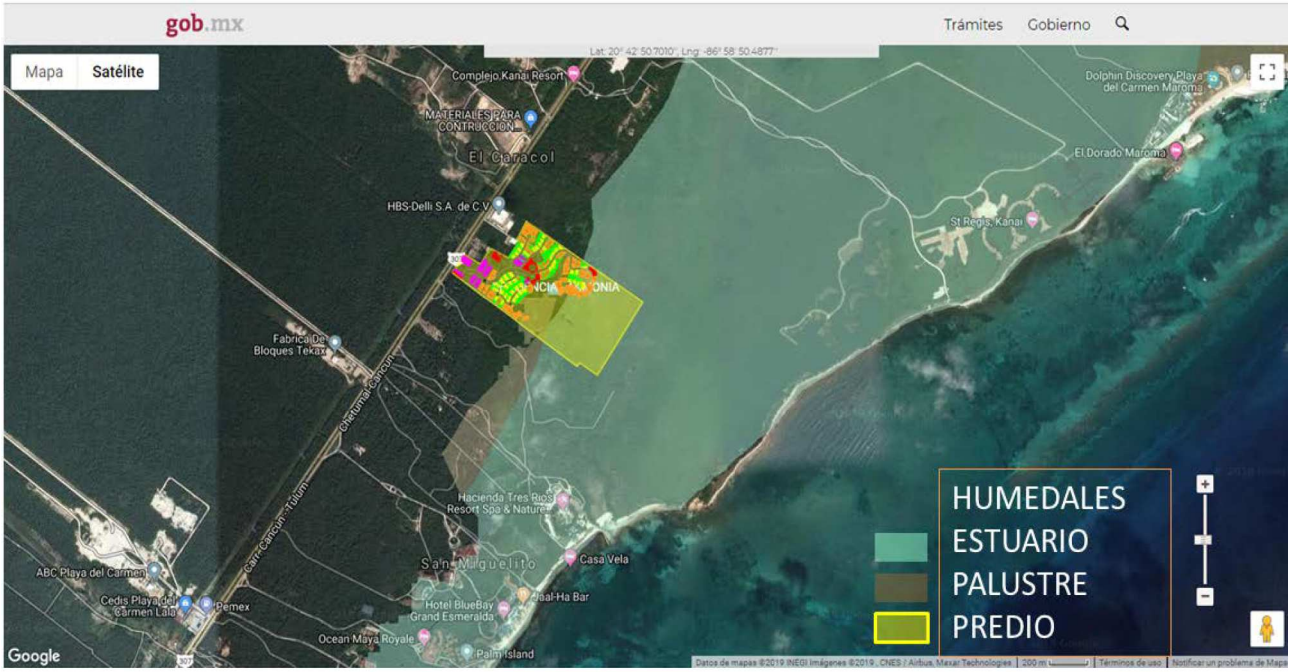
El proyecto que aquí se presenta no interrumpe el flujo ni desvía cauces o escorrentías de forma que se ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales Punta- Bete-Punta Maroma. El proyecto mantiene íntegro el humedal dentro de la propiedad y no participa con construcciones como las existentes en la cuenca tales como: vialidades, infraestructura y proyectos que se encuentran en operación.

El humedal ya fue fragmentado y, por lo que pudiera contar con modificaciones en su flujo natural de agua.

En el estudio geohidrológico realizado para el predio del proyecto, se menciona que el drenaje superficial está determinado por la época del año (lluvias y secas) y que el proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica es el flujo de agua subterránea a través de salidas preferenciales y grietas que drenan el agua hacia la zona marina por medio de oquedades. Por su parte, a nivel de terreno, con asistencia de imágenes LIDIAR, se determinó que los escurrimientos superficiales son incipientes lo que deriva de la alta permeabilidad del suelo que en él se presenta.

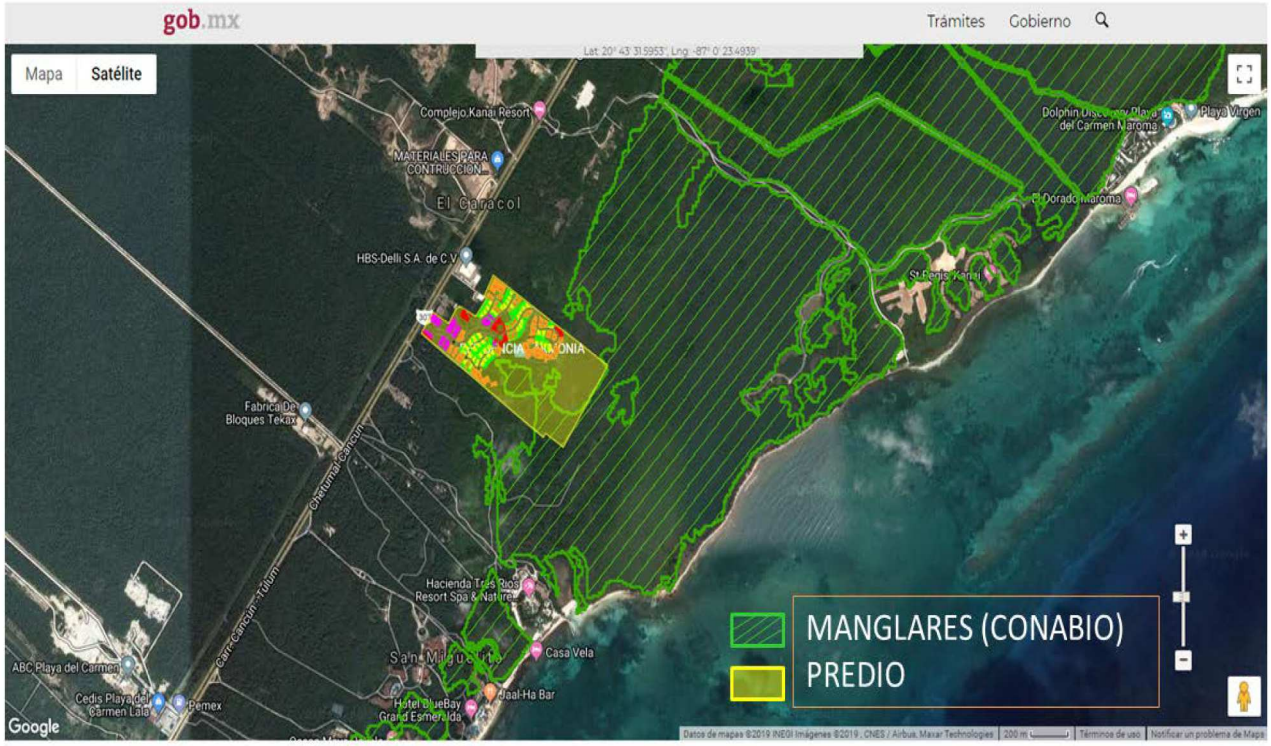
En la siguiente imagen se puede observar el plan maestro del proyecto sobre la capa de información de Humedales de la Conagua, en la que se observa que se respeta la zona delimitada como humedal.

MAPA DEL PLAN MAESTRO VS HUMEDALES SEGÚN CONAGUA.



De igual manera se sobre puso el plan maestro a la capa de información de manglares de la CONABIO, donde se pude observar que se respeta el área delimitada como manglar.

MAPA DEL PLAN MAESTRO VS MANGLAR SEGÚN CONAGUA.



IV.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

A continuación, se presenta un resumen de vinculación de Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto por etapas y procedimientos que se prevén durante su Preparación (P), Construcción (C) y Operación (O). Estas se indican en la siguiente tabla:

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	P	O	C	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.				Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria en la etapa de preparación construcción; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día. Se establecerá a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la Norma Oficial Mexicana. Se estima que no se realizarán ruidos fuera de los comunes de una obra de esta naturaleza.
NOM-081-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.				Se tiene previsto para las etapas de operación y construcción, medidas regulatorias para los contratistas y prestadores de servicios donde se dé cumplimiento a esta NOM-081.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.				La vinculación de esta norma con el proyecto, se debe a que durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizarán vehículos para transportar los materiales de construcción al sitio del proyecto, así como la circulación dentro del predio, y para el retiro de escombro del predio los que emitirán gases a la atmósfera.
NOM-001-SEMARNAT-96	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales.				La planta de tratamiento de aguas residuales que funcionará durante la operación del proyecto, obtendrá agua para riego, los excedentes serán enviados a pozos de rechazo, éstos contarán con el permiso y seguimiento adecuado conforme a las NOM-001 y conforme lo autorizado por la CONAGUA
NOM-003-SERMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.				Las aguas tratadas serán destinadas para riego en la etapa de operación, las que contarán con los LMP para su reúso.

NOM-004-SERMARNAT-2002	Lodos y biosólidos.-especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final				Los escasos lodos generados serán desactivados y dispuestos de acuerdo a esta norma oficial.
NOM-022-SEMARNAT 2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales. Costeros en zonas de manglar.				La vinculación de la Norma, se ha realizado en el apartado anterior y se ha mostrado como no contraviene las especificaciones normativas.
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.				Durante la preparación del sitio, construcción y operación del desarrollo se consideran medidas de mitigación y compensación, tales como rescate y protección para las especies sujetas en esta NOM.

CONCLUSIONES

Del análisis con el marco legal aplicable al sitio y de los aspectos ambientales derivados de la preparación, construcción y operación del proyecto en condominio residencial que se expone, es posible concluir que, en términos ambientales técnica y jurídicamente, es congruente con lo establecido en las demarcaciones y reglamentaciones aplicables en el ámbito de sus respectivas competencias. Esto, toda vez que el proyecto que se pretende reitera la permanencia del manglar que se encuentra dentro de los límites del predio.

Lo antes expuesto hace evidente que no se llevarán a cabo actividades que impliquen la remoción, relleno, trasplante o poda de la cubierta vegetal que afecte directa o indirectamente al manglar, sean individuos o la población localizada en las proximidades de la zona de intervención. De esto se está en posibilidad de determinar que el proyecto es concordante con la normatividad aplicable derivada de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, de la Ley General de Vida Silvestre en lo concerniente a la aplicación de los Artículos 60 Ter, el POEL en sus políticas y criterios de ordenamiento que le asigna al espacio regulado bajo la UGA 17 la cual permite los usos suburbano, comercial y de equipamiento.

Como se mostró previamente, el proyecto cumple y se encuentra por debajo de los parámetros y lineamientos urbanos en cuanto a los usos del suelo, densidad inmobiliaria, coeficientes de construcción que se pretenden bajo un esquema de conservación alta, y de aprovechamiento bajo, por lo que se ajusta al marco legal aplicable en materia del impacto ambiental.

Con este proyecto la empresa Residencial los Castillo, S.A. de C.V. consolida y da continuidad al desarrollo y aprovechamiento del predio ubicado en el Lote 018 del predio rústico denominado "Los Castillos", Carretera Federal 307 en el Municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo.

IV.3. Otros instrumentos a considerar.

- Leyes: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (cuando se requiere evaluar el impacto ambiental derivado del cambio de uso del suelo), Ley de Aguas Nacionales, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Ley General de Cambio Climático y otras regulaciones inherentes al proyecto.
- Reglamentos de la LGEEPA relacionados con el proyecto.
- La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética
- Convenios o tratados internacionales, tales como CITES, tratados fronterizos, etc.

En la MIA-P se deberán identificar las restricciones derivadas de la aplicación de otros instrumentos jurídicos que regulen las obras y actividades en zonas arqueológicas, sitios de valor histórico, centros ceremoniales indígenas y similares. En el caso de que haya restricciones derivadas de esos instrumentos jurídicos, el promovente deberá indicar cómo pretende ajustar su proyecto a las mismas.

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

V.1. Delimitación del área de influencia

El Sistema Ambiental para el caso tiene una superficie de 391 Ha que fueron delimitadas considerando que el sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde, 2005).

Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental cuyo límite noreste es un camino secundario de 2,725 m, que implica un efecto de borde; al suroeste con 1,500 m limita con un camino secundario que sirve de acceso a predios particulares en donde se ubican fraccionamientos de tipo residencial; al noroeste con 1,572 m de la carretera federal 307 que va de la Ciudad de Cancún a la Ciudad de Chetumal y al sureste con 2,225 m limita con el Mar Caribe.

V.2.DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La delimitación del Sistema Ambiental para esta actuación parte de los límites que imponen vialidades, obras, así como otras intervenciones humanas en el polígono estudiado y las que, finalmente, definieron el espacio finito sobre el cual se realiza la descripción de las Unidades de Paisaje que ahí se presentan. Estas Unidades son espacios notorios tanto en la imagen remota utilizada como a nivel del suelo. Así, se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP) entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

Dron propio, 15/07/19.

Esta particularidad de las UP ofrece, además, la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas son, entonces, porciones de un mosaico diferenciado localizadas de la superficie terrestre que establecen, entre y con ellas, límites visibles sean estos naturales o producidos por el hombre. En estos espacios los componentes naturales, bióticos y abióticos forman ensambles que se interrelacionan, o no, de manera clara y evidente.

El Sistema Ambiental para el caso tiene una superficie de 391 Ha que fueron delimitadas considerando que el sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde, 2005).

Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental cuyo límite noreste es un camino secundario de 2,725 m, que implica un efecto de borde; al suroeste con 1,500 m limita con un camino secundario que sirve de acceso a predios particulares en donde se ubican fraccionamientos de tipo residencial; al noroeste con

1,572 m de la carretera federal 307 que va de la Ciudad de Cancún a la Ciudad de Chetumal y al sureste con 2,225 m limita con el Mar Caribe.

La delimitación arriba planteada para la valoración de esta intervención es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia de la obra y su posterior operación siendo, además un ejercicio replicable que permite la caracterización del estado general de aquellos elementos ambientales que forman parte del espacio en el que se inserta el proyecto tal como lo establece el Artículo 35 de la LGEEPA:

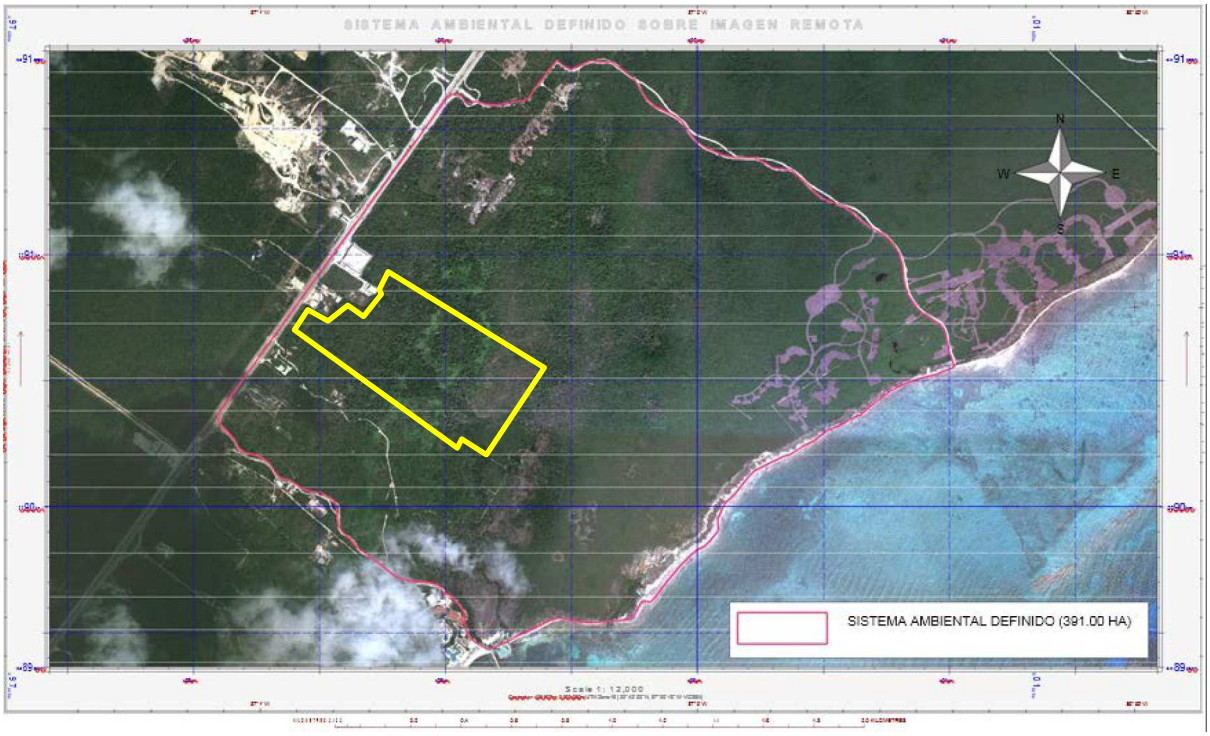
"*.. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación*".

Bajo este postulado el Sistema Ambiental delimitado para la valoración de este proyecto es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio, así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) en plataforma

GLOBAL MAPPER v 13.2.0 asistido con MAP MAKER PRO V3.5, se analizó el contenido geográfico del mosaico remoto basado en imágenes Digital Globe obtenidas con el sensor remoto Worldwiew2.

Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida.

A continuación, se muestra sobre la imagen remota el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

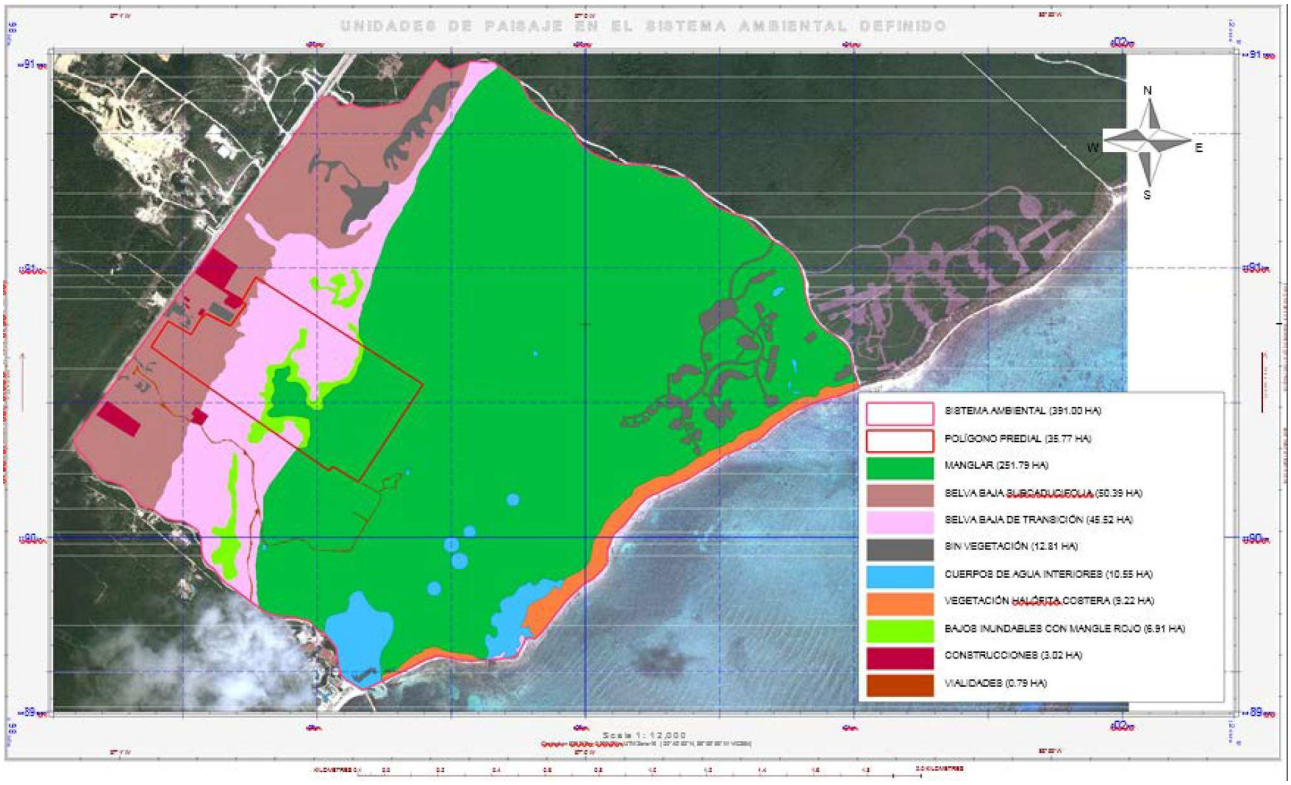


La imagen anterior permite visualizar que dentro del Sistema Ambiental que se analiza existe un entorno ocupado por algunas obras de tipo habitacional, comercial e industrial, todas ellas inmersas dentro de una amplia matriz aun predominantemente natural.

Se puede observar que el área en la que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo y obras y actividades en el ecosistema costero, impactos ambientales que se analizan a través de esta MIA-P, implican, principalmente, selva baja subcaducifolia y selva baja inundable. También se presentan bajos inundables, cuerpos de agua, bosque de manglar, vegetación halófila, obras humanas que corresponden a naves industriales, fraccionamientos campestres residenciales y centros comerciales, así como espacios sin vegetación que son sitios en los que se ha llevado a cabo un cambio puntual en el uso de suelo.

El espacio delimitado expresa, también, un avance de componentes y equipamiento urbano que mantiene un orden relativo. No obstante, existen espacios degradados donde se ha ejecutado un cambio de uso del suelo, posiblemente regulado, que ha dado origen a usos habitacionales, turísticos, comerciales, de servicios e industriales sin dejar de mencionar la carretera federal 307 que segmenta la franja costera de lo que queda del macizo forestal.

Para efecto del análisis del Sistema Ambiental se determinó una escala de trabajo 1:100 para obtener la cartografía digital a una escala de 1:12,000. Ambas se estiman adecuadas ya que muestran, de manera clara, los elementos presentes permitiendo su cuantificación y, con ello, la realización del inventario cuyo modelo cartográfico se presenta a continuación:

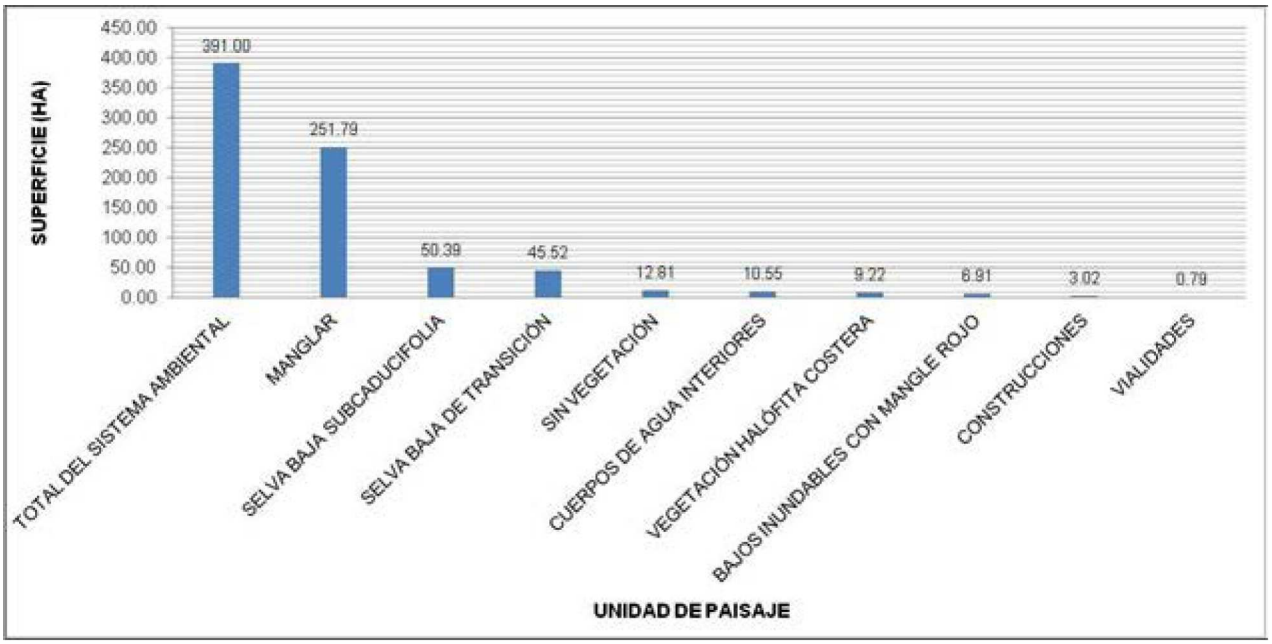


El análisis cuantitativo del mapa anterior y que caracteriza el Sistema Ambiental determinado de 391 Ha en el que se pretende el proyecto, aún 374.38 Ha del espacio estudiado mantiene la naturalidad dada por la cobertura vegetal original mientras que 16.62 han sido transformadas por obras y viales.

El inventario realizado arrojó lo siguiente:

UNIDAD DE PAISAJE (UP)	SUPERFICIE (HA)
MANGLAR	251.79
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	50.39
SELVA BAJA DE TRANSICIÓN	45.52
SIN VEGETACIÓN	12.81
CUERPOS DE AGUA INTERIORES	10.55
VEGETACIÓN HALÓFITA COSTERA	9.22
BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO	6.91
CONSTRUCCIONES	3.02
VIALIDADES	0.79
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	**391.00**

Estas coberturas de las UP se expresan armónicamente con la siguiente gráfica:



La gráfica anterior permite visualizar que, en términos de cobertura geográfica, el espacio delimitado y analizado como Sistema Ambiental corresponde a un sitio que es lentamente transformado por las actividades humanas.

El conteo expuesto indica que el predio se encuentra en un ambiente en el que, por cobertura predomina el manglar, en 251.79 Ha seguido de 95.91 Ha de selva determinada esta por dos ensambles de propiedades y coberturas distintas a razón de 50.39 Ha de selva baja subcaducifolia y 45.52 Ha de selva baja de transición.

Sin embargo, puede establecerse que los elementos antrópicos se incrementarán con el tiempo dado que el sitio se encuentra a menos de 8 Km de la Ciudad de Playa del Carmen.

Es en este contexto, establecido por el Sistema Ambiental delimitado, en el que se describen las Unidades de Paisaje definidas y con las cuales el proyecto final interactuará, eventualmente, en espacio y tiempo.

V.3 Descripción de las Unidades de Paisaje discriminadas.

La descripción de las Unidades de Paisaje que se realiza a continuación se hace en orden descendente de acuerdo con su cobertura en el Sistema Ambiental.

UNIDAD DE PAISAJE MANGLAR.

El manglar corresponde a un bosque formado primordialmente por árboles de alguna o varias de

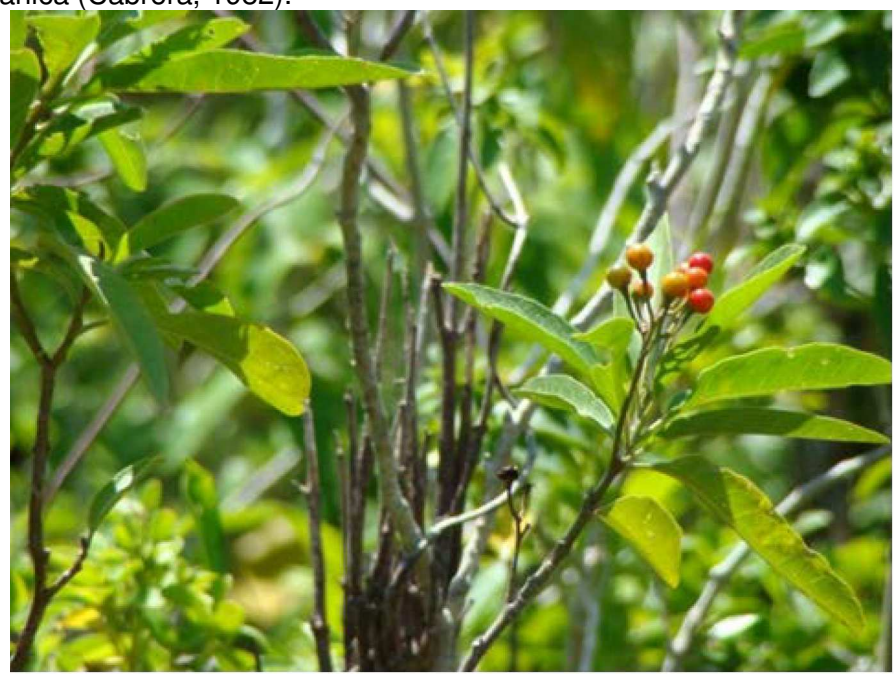
las especies de mangle que son plantas tolerantes a la sal. Se distribuyen en espacios intermareales, lagunas o cuencas costeras de las costas tropicales. Así, entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Son bosques altamente productivos y son utilizados por aves, peces, crustáceos y moluscos como sitios de crianza, alimentación y refugio.

Esta Unidad de Paisaje (UP) tiene una cobertura de 30.75 Ha que equivale al 64.40% del Sistema Ambiental definido (SA). El área de estudio se ubica en la zona de influencia de las aguas del mar Caribe, por lo que este factor se habrá de reflejar directamente en los tipos de asociaciones vegetales presentes ya que los niveles de inundación que alcanzan estos espacios condicionan la distribución de las distintas comunidades vegetales.

Por lo anterior, el nivel de saturación del sustrato y la microtopografía se consideran como las principales características para definir la vegetación dominante, teniendo como resultado la distribución y abundancia de vegetación en suelos bajos e inundables, ya sea la que es propia de la formación de cuerpos de agua permanentes o, de aquellos que están sujetos a inundación temporal por la precipitación pluvial, así como aquellos que se encuentran en espacios topográficamente más elevados.

En el contexto anterior, esta UP corresponde a una cubierta diversa compuesta por una comunidad constituida por vegetación representada por mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), con asociaciones aisladas de sulub (*Bravaisia tubiflora*) con presencia de parches de vegetación halófita como *Solanum verbascifolium, Cestrum nocturnum, Batis maritima* y algunas trepadoras como *Echites umbellata.*

En general, el manglar cuenta con poca diversidad; con humedad y temperaturas altas. El terreno periódica o permanentemente se mantiene inundado y los suelos se presentan con gran cantidad de materia orgánica (Cabrera, 1982).



Solanum verbascifolium es una planta presente en el bosque de manglar.

Las plantas epífitas son conspicuas, se hace evidente la presencia de plantas epifitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae las que se desarrollan en las ramificaciones de *Rhizophora mangle*. Se observan *Myrmecophila christinae, Catasetum integerrimum, Brassavola nodosa, Tillandsia fasciculata y Tillandsia pseudobaileyi.* Estas epifitas tienen la capacidad de adaptarse a ambientes restrictivos para otras ya que su historia natural determina un uso eficiente de los nutrientes y del agua (Hagsater et al, 2005).

Brassavola nodosa es una epífita frecuente en la UP Manglar

En lo referente a las alturas individuales de esta vegetación se observa que se ubican entre los 1-1.5 m con escasos individuos que rebasen los 2.5 m.

Este bosque se presenta sobre zonas inundadas y recibe el aporte de agua por precipitación pluvial que queda contenida en la cuenca ya que ésta se encuentra entre los 0 y -0.5 msnm, ahí el suelo es de tipo humífero, producido por el propio aporte de materia orgánica del bosque que sostiene. Son suelos profundos y de color pardo oscuro.

En lo referente a los parámetros estructurales que manifiesta esta vegetación, los muestreos realizados indican que se observa una densidad dominante de mangle rojo de hasta 10 ind/m^2. Valor que deberá ser tomado con reserva toda vez que el crecimiento de esta vegetación no se encuentra bien definido ni documentado en la bibliografía y que una característica de este tipo de manglar es la manifestación de un crecimiento con base en raíces aéreas coronadas por un desarrollo de ramas que tienden a buscar el dosel y para los fines de densidad cada una de éstas fue considerada como un individuo. El mangle botoncillo se presenta en las partes más altas formando parches dispersos y el mangle blanco en bosquetes dispersos o franjas.

Al respecto se anota que se sabe poco sobre las causas que originan la presencia de tamaños mínimos en la corpulencia de esta especie. No obstante, se observa una comunidad estable y fisonómicamente se expresa bajo una condición privativa de este ensamble vegetal.

El bosque de mangle que conforma esta Unidad de Paisaje se compone por tres especies y se desarrolla sobre bajos topográficos que acumulan agua en la cuenca Punta Bete-Punta Maroma.

UNIDAD DE PAISAJE SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA.

Corresponde a un bosque tropical que se caracteriza por una estacionalidad que le da un aspecto distinto en época de lluvias y en época seca. Durante las lluvias los árboles permanecen cubiertos de hojas y en la época seca, entre el 50 y el 75% de los árboles pierden sus hojas y muchos florecen, producen frutos y semillas.

La cobertura de esta Unidad de Paisaje implica 50.39 que corresponde al 12.89% del Sistema Ambiental. Su distribución está limitada al este por una franja de selva baja de transición y al oeste por la carretera federal 307 que segmenta el macizo forestal peninsular.
Este ensamble vegetal se ha visto sujeto a diversos procesos de transformación recurrentes como son huracanes y los consecuentes incendios forestales que, históricamente, determinan la combustión de la necromasa generada por los ciclones.

Dada esta condición estocástica, la selva se presenta permanentemente afectada en términos de que la presencia de árboles caídos o descopados es frecuente. A lo anterior ha de agregarse la ampliación de la frontera urbana que demanda más suelo para la construcción de vivienda y la infraestructura a esta asociada.

Las alteraciones naturales recientes más relevantes son aquellas derivadas del paso del huracán Gilberto por la zona norte de Quintana Roo en septiembre de 1988. Éste fue definido como el más destructivo de los huracanes del Siglo XXI debido a los daños ocasionados en los ecosistemas y a la infraestructura regional. Además, a consecuencia de la destrucción del arbolado, ocurrieron incendios forestales sin precedente en 1989 que, tan sólo para el ejido Alfredo V. Bonfil, consumieron más de 350 hectáreas de selva entre mayo y junio de 1989. Así, son estos fenómenos los que modifican significativamente la estructura de cubierta vegetal original de la región sin relación a cualquier actividad de este u otros proyectos constructivos. A finales del 2005 se presentaron otros fenómenos hidrometeorológicos potentes, los huracanes Emily y Wilma, que han modificado la cobertura vegetal de la zona estudiada.

Imagen MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) 2006. El fuego consume la necromasa aportada por el paso del huracán Wilma (octubre, 2005).

El estrato arbóreo existente en esta UP se caracteriza por tener una altura de entre 4 a 9 m, en donde los árboles dominantes conservan por más tiempo su follaje a causa de una mayor humedad edáfica; entre el 50 y el 75% de las especies tiran la hoja en la época crítica (INEGI, 2005).

Coccothrinax readii es una palmácea presente en la UP selva baja caducifolia. A la derecha, El Chakah*, Bursera simaruba* destaca al fondo por su tronco rojo.

Las especies características de este ensamble vegetal y que sobresalen por su abundancia relativa, son *Vitex gaumeri*, *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula*, con diámetros que van desde

los 10 cm hasta los 25 cm (DAP) para los fustes más gruesos que corresponden con aquellos individuos que son más altos y que rebasan los 9 m.

UNIDAD DE PAISAJE SELVA BAJA DE TRANSICIÓN.

Esta Unidad de Paisaje (UP) corresponde a una extensión de bosque tropical que, para la zona de estudio, se distribuye en franjas paralelas a la línea de costa y en manchones ya que se desarrolla sobre espacios topográficamente bajos previos al ecotono con el manglar. En el caso del Sistema Ambiental que se analiza, esta vegetación forma una franja por debajo de la terraza costera, entre la cota de los 2.5 y los 1.5 msnmm. Los árboles que componen el ensamble conservan el follaje casi todo el año dada la humedad que es retenida en las oquedades del suelo que es limo-arcilloso que ya que se inunda parcialmente durante la temporada de lluvias.

Dada la condición ambiental descrita, en este espacio se desarrollan también bejucos como *Arrabidaea floribunda* y arbustos como *Helicteres baruensis*. En los bordes de las oquedades mayores, que pueden formar aguadas permanentes, se presentan plantas como *Cyperus ligularis*, *Pluchea odorata*, *Acrostichum aureum* y *Typha dominguensis*.

La selva de transición se desarrolla en terrenos topográficamente bajos y de permeabilidad limitada.

UNIDAD DE PAISAJE SIN VEGETACIÓN.

Esta Unidad de Paisaje es relativa a áreas que han sido previamente afectadas, por actos

humanos o naturales, y sobre las cuales la vegetación es incipiente o nula. Esta UP implica una superficie de 12.81 Ha que son el 3.28% de la superficie del Sistema Ambiental determinado para este ejercicio. Se diferencia de otras Unidades de Paisaje carentes de vegetación, tal como “Caminos” u "obras" ya que son distintas en la percepción visual y porque no tienen un uso ni un destino determinado y su forma es irregular.

Estos espacios corresponden a superficies modificadas que difícilmente admiten la restauración dados los cambios en las propiedades y atributos del suelo. De forma aislada, al interior de ellos y embebidos, ocurren parches mínimos cuyo aporte a la conservación y mantenimiento de procesos naturales y prestación de servicios ambientales es bajo.

En el Sistema Ambiental estudiado esta UP se presenta en dos formas: la primera, corresponde a las áreas con cambio de uso de suelo ubicadas al oeste del Sistema Ambiental colindantes con la carretera federal 307.

Áreas sin vegetación colindantes a la carretera 307. Representan cambios puntuales en el uso de suelo.

Por otra parte, la segunda forma de representación espacial de esta UP implicó el cambio de uso de suelo en terrenos forestales efectuado para la construcción de nuevos proyectos turísticos contiguos al mar Caribe los que han determinado la tala de más de 10 Ha de mangle rojo chaparro (*Rhizophora mangle*) y que, al momento la construcción definitiva se mantiene detenida.

La UP sin vegetación, en este espacio, es particular ya que corresponde a trazos precisos que definen la forma de un proyecto embebido en el manglar.

UNIDAD DE PAISAJE CUERPOS DE AGUA INTERIORES.

Esta Unidad de Paisaje corresponde a superficies libres de vegetación de la cuenca del humedal costero en bajos topográficos profundos. Esta Unidad de Paisaje tiene una cobertura de 10.55 Ha que es el 2.70% del Sistema Ambiental. El caso de estos cuerpos de agua es particular ya que su permanencia, cantidad y cobertura depende de las lluvias y de eventuales afloramientos de agua freática. Es decir que no se sujetan, como en otros humedales, a los ciclos de marea, por lo que el agua en ellos contenida corresponde a un ambiente léntico en el que las corrientes superficiales son forzadas por el viento y la columna de agua varía entre los 10 y los 40 cm de profundidad.

El agua es transparente o teñida de rojo por los taninos, con escasa materia orgánica suspendida y, en algunos sitios el fondo se encuentra cubierto por una capa de perifitón, que es un agregado de organismos microscópicos que se muestran sueltos o adheridos que, eventualmente se desprende del fondo del humedal por efecto de la acumulación de oxígeno derivado de la fotosíntesis realizada por las algas que forman parte del agregado.

En los bordes de los cuerpos de agua se desarrolla el manglar rojo.

Estos espacios tienen un alto valor ambiental ya que son utilizados por la fauna silvestre para la alimentación de diversas especies de distintos taxa que forrajean en él. Garzas, patos y cocodrilos se observan de manera relativamente frecuente en estos sitios.

El rasgo más relevante de esta Unidad de Paisaje, radica un sistema hidrológico complejo que presenta afloramientos superficiales que se distinguen como diferentes cuerpos de agua como cenotes, ojos de agua y dos ríos que son conocidos a nivel local como *Río Selva* y *Río Pájaros* que desembocan al mar de manera directa y permanente.

UNIDAD DE PAISAJE VEGETACIÓN HALÓFITA COSTERA.

Este ensamble vegetal se distribuye en forma de una franja continua, paralela y colindante con la línea de costa. Esta vegetación está formada por parches diferenciados plantas que por su resistencia a la sal marina son capaces de colonizar y permanecer en un ambiente predominantemente salino. Su cobertura en el Sistema Ambiental es de 9.22 Ha que corresponde al 2.36%.

El ensamble corresponde a las plantas pioneras cuyo atributo principal estriba en la sujeción del suelo y, con ello, establecer condiciones para otras plantas. Su sombra puede funcionar como nodriza para otras especies que, al crecer las desplazan formando un matorral.

Para la zona estudiada, esta UP corresponde con una gran diversidad de especies consideradas bajo el término colonizadoras o pioneras, mismas que se caracterizan por la dominancia de pequeñas herbáceas y algunas plantas rastreras las que, por lo general, presentan tallos y follaje ligeramente suculentos. Dentro del Sistema Ambiental definido el ensamble se mantiene bajo la presión de los cambios en el nivel de marea y a las tormentas por lo que el sustrato se caracteriza por su inestabilidad natural. Esta condición repercute de manera directa en la distribución y abundancia específicas del ensamble de vegetación debido al efecto de fenómenos combinados de erosión-acreción de arena.

Dada la proximidad de la cuenca del humedal Punta Bete - Punta Maroma se presentan asociaciones particulares como la dada por mangle con especies halófilas

La mayoría de las especies que establecidas en esta UP presenta poco crecimiento vertical y más bien son de habito postrado (Espejel, 1984; Campos y Duran, 1991) citado por Duran (s.f). Esta condición define, en parte, los servicios ambientales que presta ya que el conjunto es retenedor del sustrato, lo que lo determina como precursor de la formación de la duna costera que, una vez sostenido el suelo, permite que se instalen otras especies tales como *Tournefortia gnaphalodes* (sikimay) que se manifiesta como herbácea de hábitos erectos y *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa).

UNIDAD DE PAISAJE BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO.

Esta Unidad de Paisaje tiene, en el Sistema Ambiental, una cobertura de 6.91 Ha que son el 1.77% del espacio delimitado. Se caracteriza por ser un espacio diferenciado entre las UP MANGLAR Y SELVA BAJA DE TRANSICIÓN, es decir que limita al este por la zona de mayor abundancia del manglar y al oeste por una franja en ecotono con la selva baja de transición. El espacio es, en términos topográficos, un bajo que se ubica entre la selva y el manglar y en el cual se desarrollan bosquetes de palmas chit (*Thrinax radiata*), tasistales bien diferenciados

(*Acoelorrhaphe wrightii)* con presencia de helecho dorado (*Acrostichum aureum*) todo ello embebido en una matriz vegetal dominante formada conformada por *Bravaisia tubiflora* en una densidad que alcanza 30 ind./m^2.

El sulub, *Bravaisia tubiflora* se presenta como la cobertura dominante de esta UP.

UNIDAD DE PAISAJE CONSTRUCCIONES.

Esta Unidad de Paisaje corresponde a obras humanas concluidas y que se encuentran en operación dentro del Sistema Ambiental. Para el caso se tiene una diferenciación dada por el uso de las instalaciones: industrial, comercial y habitacional que, en conjunto, tienen una cobertura de 3.02 Ha, el 0.77% del espacio caracterizado.

Las construcciones expresan, por su actividad, la vocación del espacio y el sistema de necesidades de la población humana que los utiliza.

INDUSTRIA:
Agua San Andrés es una compañía embotelladora.
Dryclean es una empresa de lavandería industrial.

COMERCIO:
Lapis es un establecimiento comercial dedicado a la venta de joyería.

SERVICIOS:
Grúas Figueroa es una empresa dedicada al salvamento y arrastre de vehículos.

Tres Ríos Originalmente funcionaba como un Parque privado en donde se realizaban caminatas y nado en cenotes. Actualmente en el sitio opera el *Hotel Hacienda Tres Ríos* que ofrece servicios de hospedaje de alta calidad con vistas al mar Caribe.

La actividad industrial en el SA se define por la presencia de una embotelladora y una lavandería industrial

La joyería Tura expone el uso comercial del suelo mientras que la presencia de una empresa de grúas de arrastre y Tres Ríos constituyen las empresas de servicio existentes en el Sistema Ambiental

También se presentan obras en desuso, áreas de resguardo de materiales y casas particulares.

Recientemente se construye un complejo de oficinas y se han modificado algunos accesos sobre el acotamiento de la carretera.

ESCENARIO.

La Unidad Ambiental CONSTRUCCIONES se determina como un espacio dinámico que se transforma. Corresponde a las actividades humanas dentro de una trama actualmente suburbana que, al crecer, transformará el espacio natural hacia el esquema de desarrollo que la sociedad, a través de sus instrumentos de gestión territorial defina.

En este contexto, el Sistema Ambiental se transforma y agrega más superficie para vivienda que, eventualmente, sumará superficie de obertura a esta UP.

UNIDAD DE PAISAJE VIALIDADES.

El Sistema Ambiental se definió, precisamente con bordes concretos que implica esta Unidad de Paisaje que, además, corresponde a una barrera para el flujo superficial del agua y, siendo que son transitadas funcionan como un filtro semipermeable para la fauna que no vuela. Estas obras lineales implican, en cuanto a cobertura, 0.79 Ha de brechas y caminos revestidos con sascab y otros con concreto hidráulico que equivalen al 0.20 % del espacio estudiado.

El ancho de corona es variable, va de los 3.5 m a los 14 m y, en sitios dónde se ha rectificado o ampliado el trazo se extiende sobre el terreno natural hasta en más de 20 m. Por sus características corresponden a vialidades de baja velocidad en ellos circulan, por el momento, escasos vehículos.

Los caminos costeros son expresión de la ocupación humana del espacio y tienen la particularidad de implicar, por su existencia, la fragmentación por división del hábitat silvestre, en este caso la

selva mediana subcaducifolia, la selva de transición, y el manglar. No obstante, esta implicación ambiental de segmentación, su relevancia va más allá ya que su presencia involucra el acceso humano a espacios que suelen ser utilizados y construidos. Son, en conclusión, el elemento central del avance antrópico sobre la costa.

En sus colindancias se vierten restos y residuos diversos en un tránsito humano imparable que implica, evidentemente, la transformación paulatina del espacio analizado.

Esta es una UP bien diferenciada en el paisaje que corresponde a un espacio sin vegetación, pero su alcance ambiental, dimensiones y localización la hacen ser tratada aparte. Su existencia no reviste importancia como hábitat y no presta ningún servicio ambiental.

Camino revestido con concreto hidráulico. La superficie así tratada no proporciona ningún servicio ambiental.

La Unidad de Paisaje VIALIDADES estableció los límites definitorios norte y sur del Sistema Ambiental. Su existencia determina el avance humano hacia la costa.

V.3.ASPECTOS NATURALES A NIVEL DE TERRENO

Una vez caracterizado el Sistema Ambiental en función de las Unidades de Paisaje que fueron discriminadas, se procede a realizar la consecuente descripción y el inventario de los recursos naturales, flora y fauna, a nivel de terreno mismos que se basan en trabajos de campo, a nivel de suelo, que permiten un amplio conocimiento del espacio que eventualmente será intervenido.

Para lo anterior se parte de la cartografía realizada, así como de las corroboraciones y estudios de campo específicos del caso.

Para el análisis que a continuación se realiza, se partió de lo siguiente:

- El predio de interés tiene una superficie de 35.77 Ha.
- En el predio se presentan 4 Unidades de Paisaje.
- En el predio no se presentan superficies previamente intervenidas.

La localización geográfica del polígono de actuación, el mapa de vegetación y la zonificación se exponen en los siguientes mapas:

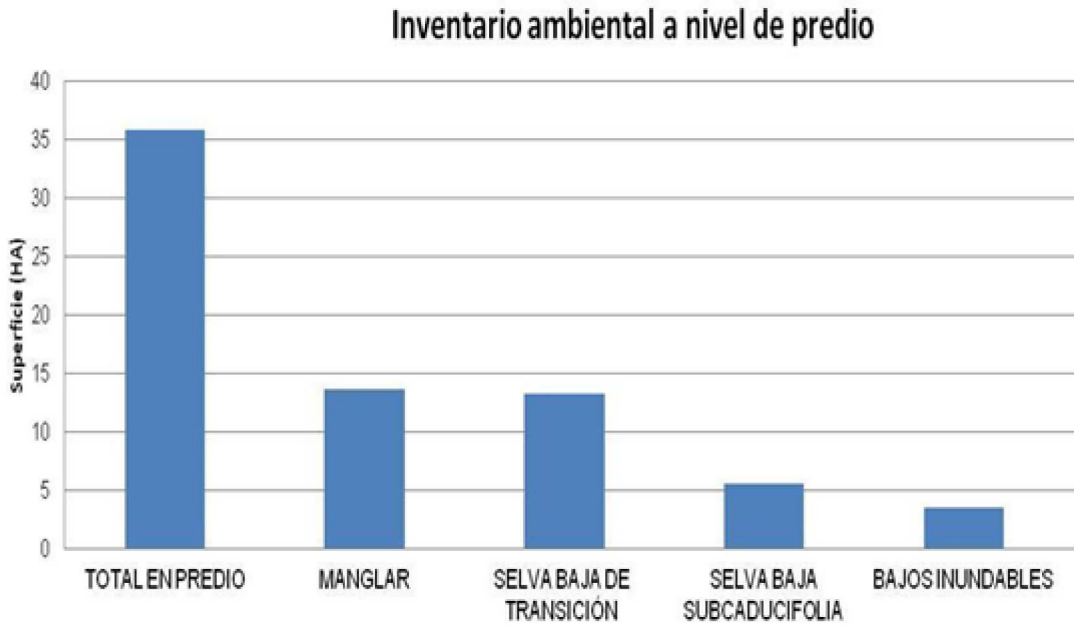
POLÍGONO SOBRE IMAGEN
N
W
E
S
POLÍGONO (35.77 HA.)

Polígono Predial (35.77 HA.)
Bajos Inundables (3.43 HA.)
Selva Baja Subcaducifolia (5.51 HA.)
Selva de baja transición(13.24 HA.)
Manglar (13.59 HA.)

De lo anterior se desprende que al interior de la propiedad se presenta un mosaico formado por cuatro Unidades de Paisaje cuya cobertura se resume en la siguiente tabla:

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE (HA)	COBERTURA (%)
MANGLAR	13.59	37.99
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	5.51	15.40
SELVA BAJA DE TRANSICIÓN	13.24	37.01
BAJOS INUNDABLES	3.43	9.59
TOTAL EN PREDIO	**35.77**	**100.00**

Esta condición tiene la siguiente expresión gráfica:



El gráfico refleja que el espacio que se estudia corresponde a un sitio diferenciado por cuatro ensambles con propiedades, composición, diversidad y distribución claramente distinguidos y que todos ellos mantienen una alta naturalidad.

Es en el contexto anterior y utilizando el mapa realizado a escala 1:4,500 en el que se hicieron los trabajos de campo que derivan en un reflejo espacio temporal de la situación particular de los componentes naturales que se encuentran en el predio de interés.

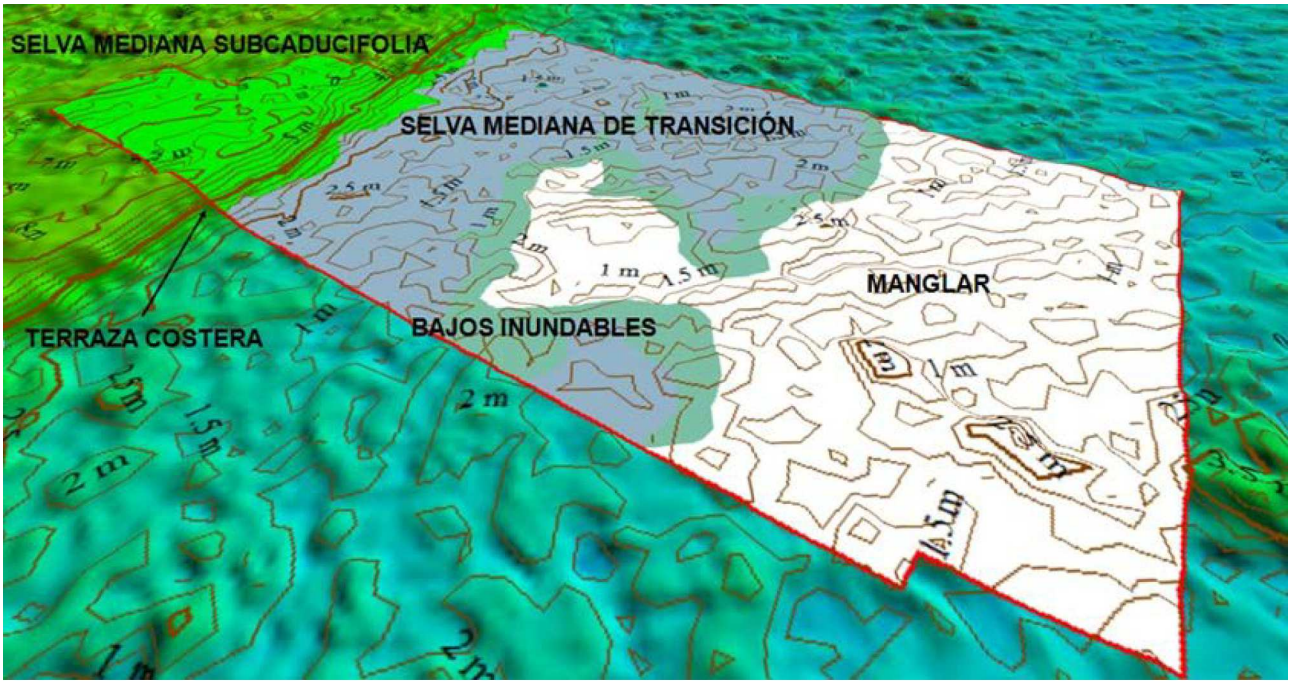
CARACTERIZACIÓN PREDIAL

Por su ubicación geográfica, la vegetación en la zona donde se ubica el predio de interés está

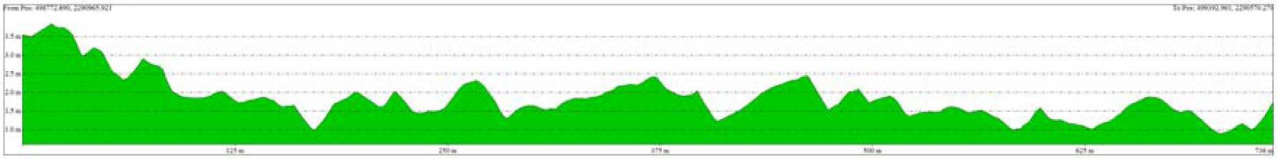
constituida exclusivamente por asociaciones vegetales de clima cálido (Aw), mismas que, en este caso, están representadas por amplias zonas de humedales costeros. De acuerdo con Trejo, et al. (1993), a esta vegetación se le define como aquella que está ubicada dentro de un manglar de cuenca, que es el caso del sistema Punta Bete-Punta Maroma, ya que se presenta en depresiones topográficas con poco, o nulo, flujo y reflujo de aguas. Las aguas de inundación tienden a acumularse en la depresión donde raramente ocurre un completo intercambio por mareas. El flujo y reflujo de aguas salinas ocurre probablemente por tormentas y huracanes (Lugo y Snedaker 1975).

Para el predio estudiado la vegetación, diferenciada en orden noroeste a sureste, se presenta a manera de bandas que inician con una selva mediana subcaducifolia, siguen con selva mediana de transición, bajos inundables con presencia aislada de mangle rojo y finalizan en un bosque de manglar como se muestra en la siguiente imagen:

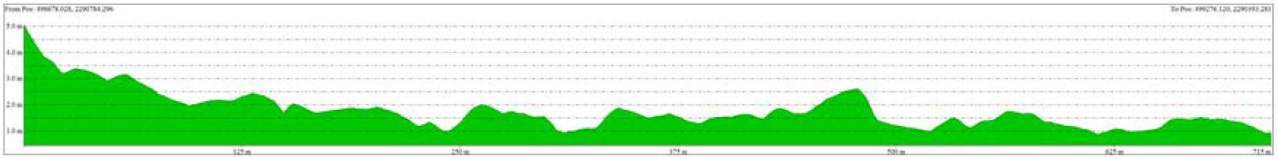
La distribución anterior guarda una estrecha relación con el perfil topográfico del espacio analizado ya que sobre la terraza costera, por arriba de los 2.50 metros sobre el nivel medio del mar (msnmm) ocurre la selva baja subcaducifolia, entre las cotas de los 2.50 y 2.00 se presenta la selva baja de transición, entre los 1.80 y 1.00 msnmm ocurre una franja caracterizada como bajos inundables que establece un ecotono entre la selva de transición y el bosque de mangle que se presenta en la cuenca del humedal costero y que se presenta, en el predio, entre 1.50 y los 0.70 m. lo anterior se expone en el siguiente modelo digital de terreno que incorpora las curvas de nivel así como los perfiles topográfico obtenidos.



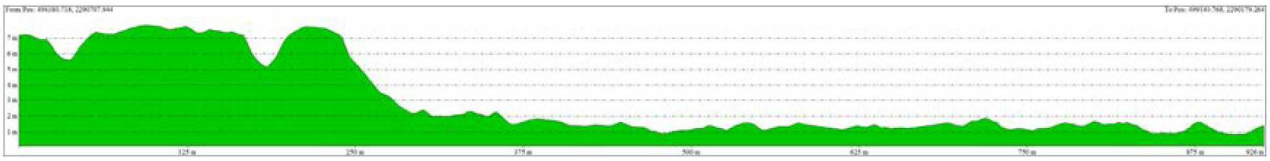
COLINDANCIA NORTE



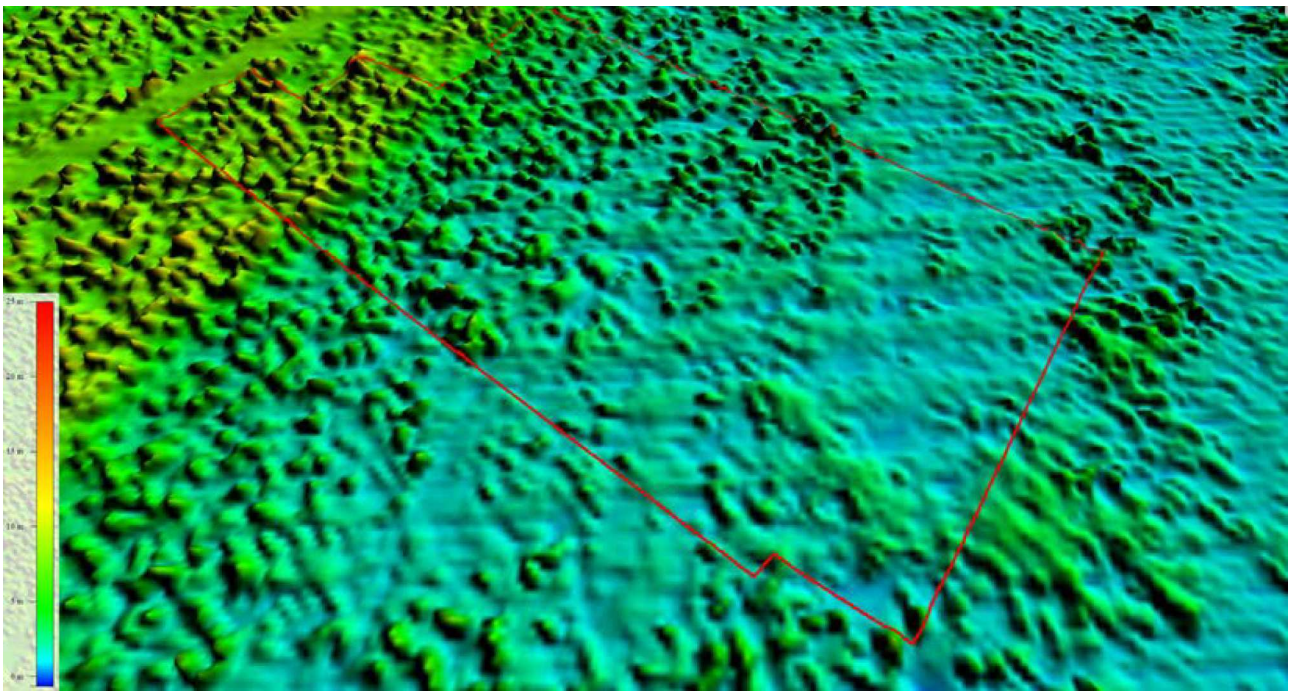
CENTRO DEL PREDIO



COLINDANCIA SUR



Lo anterior se hace consistente al contrastar lo indicado por las imágenes LIDAR que caracterizan la superficie terrestre, es decir aquellas que no discriminan la vegetación (ms) y que, por el contrario, la exponen.



El modelo digital anterior muestra la distribución altitudinal con respecto al nivel del mar del dosel de la vegetación existente en el predio.

Así establecido el factor altitudinal que determina la distribución y abundancia de la vegetación la cual, a su vez, fija el hábitat de la fauna silvestre se procede a describir las propiedades y recursos naturales que se presentan en el predio de interés cumpliendo con lo estipulado por el artículo 35 de la LGEEPA que dice:

"*.. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación*".

Al igual que para el Sistema Ambiental definido para esta MIA-P, se procede a analizar las Unidades de Paisaje de acuerdo con la cobertura que presentan a nivel de terreno.

UNIDAD DE PAISAJE MANGLAR.

A nivel de predio esta UP tiene una cobertura de 13.59 Ha que son el 37.99% de la superficie de la propiedad.

Este ambiente, al igual que en el Sistema Ambiental, corresponde a una comunidad vegetal conformada por (*Conocarpus erecta, Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa), con asociaciones de Bravaisia tubiflora* y combinada vegetación de tipo halofita como *Solanum verbascifolium, Cestrum nocturnum, Batis marítima* y algunas trepadoras como *Echites umbellata.*

Se distribuye en las partes más bajas del terreno, que mantiene un suelo de tipo Solonchak ya que presenta un horizonte sálico y, además se mantiene permanentemente húmedo. En este ambiente de humedal costero que forma parte del humedal Punta Bete-Punta Maroma, es conspicua la presencia de plantas epifitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae las que se desarrollan en las ramificaciones de *Rhizophora mangle*; las más abundantes son *Myrmecophila christinae, Catasetum integerrimum, Brassavola nodosa, Tillandsia fasciculata y Tillandsia pseudobaileyi.* Estas epifitas tienen una alta capacidad de adaptación a ambientes restrictivos porque hacen un uso eficiente de los nutrientes y del agua (Hagsater et al, 2005).

En su ubicación predial esta UP presenta un proceso de recuperación ya que se observan renuevos lo cual hace suponer que, en caso de que no se presenten fenómenos hidrometeorológicos de gran escala o perturbaciones humanas directas en 5 años se ampliará la cobertura por la instalación y crecimiento de parches coetáneos de esta especie.

El paisaje actual en el sitio demarca que la mayoría de los individuos que integran esta comunidad alcanzan entre 2 y 5 m de altura en las zonas mejor conservadas, en lo referente a los diámetros a la altura de pecho (DAP) se ubican en el orden de los 2 a 10 cm.

Este bosque se presenta sobre zonas inundadas con un tirante de agua que va de los 5 a los 40 cm donde el aporte de agua es primordialmente pluvial.

El muestreo realizado en el sitio muestra una baja diversidad florística, por lo que valores de densidad indican la distribución de una intensa dominancia de la especie *Rhizophora mangle* (mangle rojo).

Dadas las condiciones descritas se está en posibilidad de inferir que el bosque de manglar estudiado se encuentra en desarrollo por lo que se mantienen las condiciones para favorecer la continuidad de los procesos naturales de manera que se puede esperar la continuidad de la comunidad, siempre y cuando no ocurran eventos perturbadores.

En los espacios abiertos del manglar en el predio se observa la presencia de renuevos

FLORA.

En cuanto a la flora específica de esta UP se tiene lo siguiente:

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA UP MANGLAR

Estrato	Familia	Nombre común	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Arbóreo	Combretaceae	Mangle botoncillo	*Conocarpus erecta*	A
Arbóreo	Combretaceae	Mangle blanco	*Laguncularia racemosa*	A
Arbóreo	Erythroxylaceae	Mangle rojo	*Rhizophora mangle*	A
Arbóreo	Palmae	Chit	*Thrinax radiata*	A
Arbustivo	Acanthaceae	Sulub	*Bravaisia tubiflora*	
Herbácea	Solanaceae	Tomo paap	*Solanum verbascifolium*	
Herbácea	Solanaceae	Cansac che	*Cestrum nocturnum*	
Herbácea	Bataceae	Saladillo	*Batis marítima*	
Herbácea	Apocynaceae	Bejuco de leche	*Echites umbellata*	
Herbácea	Orchidaceae	xon-ikni	*Myrmecophila christinae*	
Herbácea	Orchidaceae		*Brassavola nodosa*	
Herbácea	Orchidaceae	ch'it ku'uk	*Catasetum integerrimum*	
Herbácea	Bromeliaceae		*Tillandsia pseudobaileyi*	
Herbácea	Bromeliaceae	xch'u'	*Tillandsia fasciculata*	

*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción

De lo anterior se tiene que se registró la presencia de cuatro familias de plantas arbóreas protegidas, bajo la categoría de amenazadas, por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas son: mangle botoncillo, mangle blanco, mangle rojo y Palma Chit. También se registró la presencia de una 1 especie de porte arbustivo, el sulub (*Bravaisia tubiflora*) que ocupa bajos topográficos en donde el suelo tiene buen drenaje sin dejar de mantenerse húmedo.

FAUNA.

En lo concerniente a la fauna registrada en esta UP, se indica que ésta fue relativamente abundante ya que se registraron numerosas huellas en las zonas de inundación intermitentes en donde prolifera la vegetación halofita y en los bosquetes de *Conocarpus erecta.* Se lograron avistamientos de *Dasyproctidae punctata* y otros mamíferos medianos.

Con los datos obtenidos se estimó la densidad relativa para la mastofauna utilizando el índice de Shannon. Los resultados a continuación:

Índice de diversidad de Shannon para mamíferos registrados en la UP Manglar

Comunidad	Mamíferos	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
Especie 1	*Tayassu tajacu*	6	0.24	-1.42711636	-0.34250793
Especie 2	*Dasiprocta punctata*	8	0.33	-1.13943428	-0.36461897
Especie 3	*Nasua narica*	5	0.23	-1.60943791	-0.32188758
Especie 4	*Odoicoleus*	2	0.08	-2.52572864	-0.20205829

	virginianus				
Especie 5	*Philander opossum*	3	0.12	-2.12026354	-0.25443162
Riqueza S=5		**24**	**100**		**1.61425943**

En lo referente a las aves se registró lo siguiente:

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Ecología+
Cathartidae	Aura	*Cathartes aura*		R
Cathartidae	Zopilote negro	*Coragyps atratus*		R
Psittacidae	Perico pechisucio	*Aratinga nana*	Pr	R
Psittacidae	Loro yucateco	*Amazona xantholora*	A	R
Corvidae	Chel	*Cyanocorax yucatanica*		R
Corvidae	Pea	*Cyanocorax morio*		R
Cracidae	Chachalaca	*Ortalis vetula*		R
Columbidae	Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*		R
Ramphastidae	carpintero	*Melanerpes pygmaeus*		R
Mimidae	Cenzontle	*Mimus gilvus*		R
Icteridae	Zanate	*Quiscalus mexicanus*		R
Trogonidae	Trogon pechiamarillo	*Trogon melanocephalus*		R
Icteridae	Bolsero yucateco	*Icterus auratus*		R
Vireonidae	Vireo manglero	*Vireo pallens*		R
Tyrannidae	X´takay	*Tyrannus melancholicus*		R
Tyrannidae	X´takay	*Pitangus sulphuratus*		R
Threskiornithidae	Ibis blanco	*Eudocimus albus*		M

*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción
+ R= residente, M= migratorio

En relación a la distribución espacial potencial del manglar se realizó también el ejercicio para la obtención del Índice de Similitud del Hábitat (HSI)

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 1.0
HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

HSI= $\frac{1.0}{}$ = 1.0

La condición de este espacio resulta óptima para el desarrollo de la vegetación de manglar presente en el Sistema Ambiental y en el predio.

UNIDAD DE PAISAJE SELVA BAJA DE TRANSICIÓN

En el predio esta UP presenta una cobertura de 13.24 Ha que equivalen al 37.01% del terreno. En este espacio se desarrollan bejucos como *Arrabidaea floribunda*, arbustos como *Helicteres baruensis* y en los bordes de las aguadas se presentan *Cyperus ligularis*, *Pluchea odorata*, *Acrostichum aureum* y *Typha dominguensis*.

A la izquierda *Cyperus ligularis y Typha dominguensis*. A la derecha *Lemna minor* Son plantas que se encuentran en la selva baja de transición en ecotono con bajos inundables y el manglar.

Desde la perspectiva florística se tiene lo siguiente:

FLORA:

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA UP SELVA BAJA DE TRANSICIÓN

Estrato	Familia	Nombre común	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Arbóreo	Fabaceae	Pata de vaca	*Bauhinia divaricata*	
Arbóreo	Fabaceae	Pata de venado	*Bauhinia ungulaata*	
Arbóreo	Burceraceae	Chakhá	*Bursera simaruba*	
Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	*Cecropia obtusifolia*	
Arbóreo	Palmae	Chit	*Thrinax radiata*	A
Arbóreo	Moraceae	Mata palo	*Ficus continifolia*	
Arbóreo	Moraceae	Laurelillo	*Ficus obtusifolia*	
Arbóreo	Fabaceae	Tsalam	*Lysolima latisiliqua*	
Arbóreo	Lamiaceae	Ya´axnik	*Vitex gaumeri*	
Arbóreo	Leguminosae	Ja´abin	*Piscidia piscipula*	
Arbóreo	Leguminosae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	
Arbóreo	Leguminosae	k'aatal oox	*Swartzia cubensis*	
Arbóreo	Malvaceae	Majaua	*Hampea trilobata*	
Arbóreo	Malvaceae	k'an kaat	*Luehea speciosa*	
Arbóreo	Sapotaceae	Zapote	*Manilkara zapota*	
Arbóreo	Fabaceae	subin	*Acacia cornigera*	

Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	*Talisia olivaeformis*	
Arbóreo	Bromeliaceae	Chak ch´om	*Bromelia katas*	
Arbóreo	Apocynaceae	Akit	*Thevetia gaumeri*	
Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	*Myrcianthes fragans*	
Arbóreo	Anacardiaceae	Cheechem	*Metopium brownei*	
Arbóreo	Maraceae	Ramon	*Brosimum alicastrum*	
Arbóreo	Palmae	Huano	*Sabal japa*	
Arbustivo	Polygononaceae	ts'iits'ilche'	*Gymnopodium floribundum*	
Arbustivo	Nolinaceae	Despeinada	*Beaucarnea ameliae*	
Herbáceo	Bromeliaceae	Chak ch´om	*Bromelia katas*	
Herbáceo	Nolinaceae	Despeinada	*Beaucarnea ameliae*	
Herbáceo	Arecaceae	Xiat	*Chamaedorea seifrizii*	
Herbáceo	Malvaceae	Tultipancillo	*Malvaviscus arboreus*	
Herbáceo	Capparaceae	chuchuk che'	*Capparis flexuosa*	
Herbáceo	Rubiaceae	retamo	*Psychotria nervosa*	
Herbáceo	passifloraceae	Pasiflora	*Passiflora foetida*	
Herbáceo	Thypaceae	Tule	*Typha domingensis*	
Herbáceo	Araceae	Lenteja de agua	*Lemna minor*	
Epifita	Cactaceae	Pitaya	*Selenicereus testudo*	
Epifita	Orchidaceae	ch'it ku'uk	*Catasetum integerrimum*	
Epifita	Orchidaceae		*Brassavola nodosa*	
Epifita	Cactaceae	Pitaya	*Selenicereus grandiflorus*	
Herbaceo	Cactaceae	tsakam	*Acanthocereus tetragonus*	
Herbaceo	Agavaceae	henequén	*Agave angustifolia*	

*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción

De las especies anteriores, 23 pertenecen al estrato arbóreo, 11 al herbáceo, una es no vascular y 3 son epífitas.

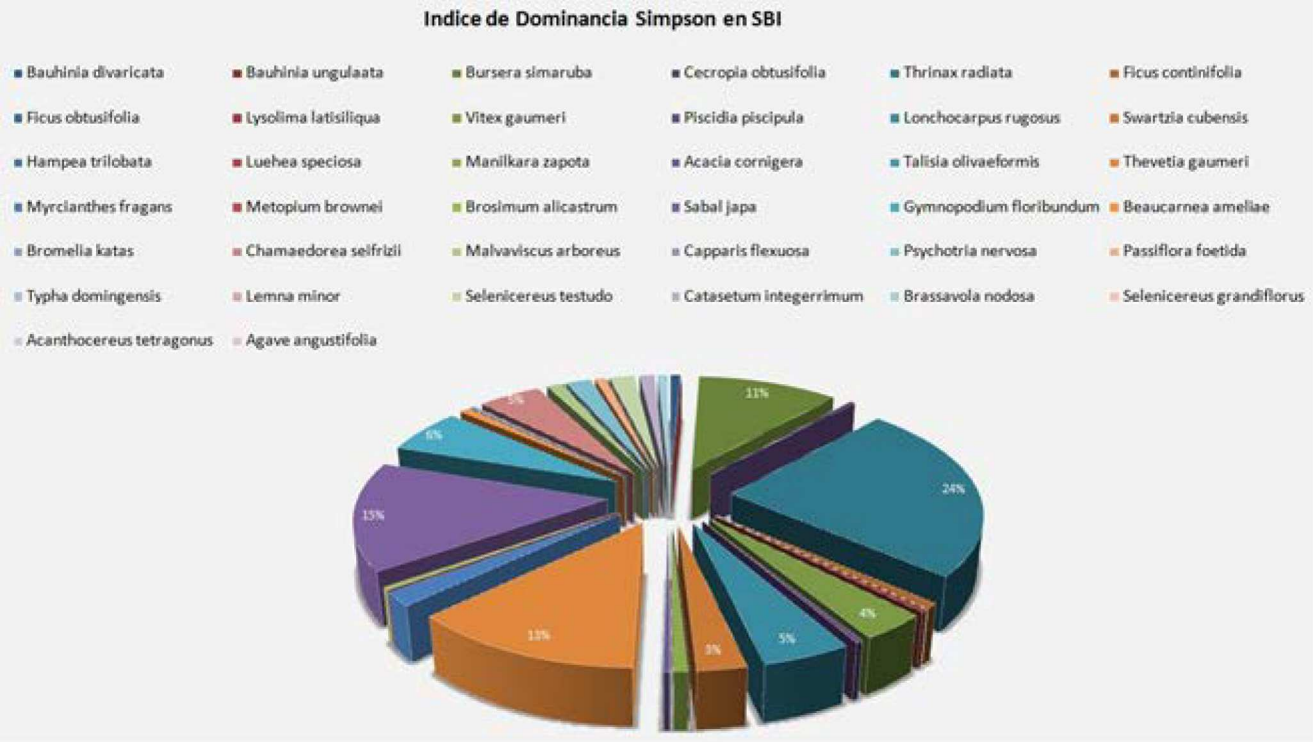
Esta UP ocurre en la parte este del predio y es colindante con el límite de distribución del humedal, dado este por la UP bajos inundables, así como por la cuenca del humedal cubierta por manglares por lo que corresponde a un ensamble transicional con la selva baja subcaducifolia por lo que las condiciones de humedad en el sitio hacen que su flora sea particular y por ello distinta del resto de la vegetación periférica. La especie arbórea dominante es *Thrinax radiata*, seguida de *Sabal yapa.*

La imagen muestra un espacio transicional entre el humedal determinado como bajos inundables y la selva baja subcaducifolia.

NÚMERO DE INDIVIDUOS EN TRANSECTOS E ÍNDICE DE DOMINANCIA SIMPSON PARA LA UP SELVA BAJA DE TRANSICIÓN						
Comunidad	**Estrato**	**Familia**	**Nombre común**	**Especies**	**NOM-059-SEMARNAT-2010***	**índice**
Especie 1	Arbóreo	Fabaceae	Pata de vaca	*Bauhinia divaricata*		0.0004
Especie 2	Arbóreo	Fabaceae	Pata de venado	*Bauhinia ungulaata*		0.0000
Especie 3	Arbóreo	Burceraceae	Chakhá	*Bursera simaruba*		0.0056
Especie 4	Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	*Cecropia obtusifolia*		0.0002
Especie 5	Arbóreo	Palmae	Chit	*Thrinax radiata*	A	0.0127
Especie 6	Arbóreo	Moraceae	Mata palo	*Ficus continifolia*		0.0004
Especie 7	Arbóreo	Moraceae	Laurelillo	*Ficus obtusifolia*		0.0000
Especie 8	Arbóreo	Fabaceae	Tsalam	*latisiliqua*		0.0002
Especie 9	Arbóreo	Lamiaceae	Ya´axnik	*Vitex gaumeri*		0.0019
Especie 10	Arbóreo	Leguminosae	Ja´abin	*Piscidia piscipula*		0.0002
Especie 11	Arbóreo	Leguminosae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*		0.0025
Especie 12	Arbóreo	Leguminosae	k'aatal oox	*Swartzia cubensis*		0.0014
Especie 13	Arbóreo	Malvaceae	Majaua	*Hampea trilobata*		0.0000
Especie 14	Arbóreo	Malvaceae	k'an kaat	*Luehea speciosa*		0.0000
Especie 15	Arbóreo	Sapotaceae	Zapote	*Manilkara zapota*		0.0004

Especie 16	Arbóreo	Fabaceae	subin	*Acacia cornigera*		0.0002
Especie 17	Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	*Talisia olivaeformis*		0.0000
Especie 18	Arbóreo	Apocynaceae	Akit	*Thevetia gaumeri*		0.0066
Especie 19	Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	*Myrcianthes fragans*		0.0010
Especie 20	Arbóreo	Anacardiaceae	Cheechem	*Metopium brownei*		0.0000
Especie 21	Arbóreo	Maraceae	Ramon	*Brosimum alicastrum*		0.0002
Especie 22	Arbóreo	Palmae	Huano	*Sabal japa*		0.0077
Especie 23	Arbóreo	Polygononaceae	ts'iits'ilche'	*Gymnopodium floribundum*		0.0032
Especie 24	Arbóreo	Nolinaceae	Despeinada	*Beaucarnea ameliae*		0.0004
Especie 25	Herbáceo	Bromeliaceae	Chak ch´om	*Bromelia katas*		0.0002
Especie 26	Herbáceo	Arecaceae	Xiat	*Chamaedorea seifrizii*		0.0025
Especie 27	Herbáceo	Malvaceae	Tultipancillo	*Malvaviscus arboreus*		0.0006
Especie 28	Herbáceo	Capparaceae	chuchuk che'	*Capparis flexuosa*		0.0000
Especie 29	Herbáceo	Rubiaceae	retamo	*Psychotria nervosa*		0.0010
Especie 30	Herbáceo	passifloraceae	Pasiflora	*Passiflora foetida*		0.0004
Especie 31	Herbáceo	Thypaceae	Tule	*Typha domingensis*		0.0000
Especie 32	Herbáceo	Araceae	Lenteja de agua	*Lemna minor*		0.0000
Especie 33	Epifita	Cactaceane	Pitaya	*Selenicereus testudo*		0.0010
Especie 34	Epifita	Orchidaceae	ch'it ku'uk	*Catasetum integerrimum*		0.0006
Especie 35	Epifita	Orchidaceae		*Brassavola nodosa*		0.0004
Especie 36	Epifita	Cactaceae	Pitaya	*Selenicereus grandiflorus*		0.0000
Especie 37	Herbáceo	Cactaceae	tsakam	*Acanthocereus tetragonus*		0.0000
Especie 38	Herbáceo	Agavaceae	henequen	*Agave angustifolia*		0.0000
Riqueza S=38						

Lo anterior se expone gráficamente de la siguiente forma:



En cuanto al estado fitosanitario de la vegetación no se encontró evidencia de plagas o enfermedades que al momento del trabajo de campo afectasen o pusieran en riesgo la masa forestal por lo que no es necesario llevar a cabo acciones de saneamiento tendientes a realizar algún tipo de control.

FAUNA.

Para determinar la composición faunística existente en esta Unidad de Paisaje se procedió a colocar una cuadricula de 5 trampas Sherman ubicadas a 15m de distancia una de la otra en la zona de transición entre la selva de transición y la UP Bajos Inundables a efecto de estimar la densidad de roedores en el sitio ya que estos son importantes dispersores de semillas.

Como resultado de lo anterior no se obtuvieron capturas por registrar, lo que puede ser indicador de que el espacio no es ampliamente utilizado como hábitat por estos animales.

Para los mamíferos medianos y grandes se colocaron cámaras automáticas en sitios en los que, por la existencia de charcas o aguadas, pudieran ser visitados por esta fauna para beber.

Instalación de cámaras automáticas para registrar la presencia de fauna.

Adicionalmente, durante los recorridos de campo se observaron y registraron huellas de diversos animales que fueron anotados en la bitácora. Se documentó la existencia de sitios de descanso (echaderos) y madrigueras.

A la izquierda, echadero de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). A la derecha madriguera de sereque (*Dasyprocta punctata*).

Resultados

Se registraron en total 6 familias y 6 especies diferentes, de las cuales ninguna se encuentra en categoría de riesgo o protección legal dada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MASTOFAUNA REGISTRADA EN LA UP SELVA BAJA DE TRANSICIÓN

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Método
Dasyproctidae	Sereque	*Dasiprocta punctata*		C
Didelphidae	Tlacuache	*Didelphys virginiana*		C
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*		H
Procyionidae	Tejón	*Nasua narica*		A, C
Tayassuidae	Pecarí de collar	*Tayasu tajacu*		H
Sciuridae	Ardilla yucateca	*Sciurus yucatanensis*		A, C

A/ Avistada H/ Huella Pr: Protección especial
C/ Cámara espía A: Amenazada
R/ Red de niebla P: Peligro de extinción

En lo concerniente a la avifauna se registró lo siguiente utilizando el método de conteo por puntos. Se establecieron 2 sitios haciendo observaciones durante 30 minutos en cada punto. En total se registraron 9 familias y 10 especies de aves, de las cuales ninguna se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados de los avistamientos son los siguientes:

LISTADO DE AVES AVISTADAS EN LA UP SELVA BAJA DE TRANSICIÓN

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*s	Ecología +
Cathartidae	Aura	*Cathartes aura*		R
Corvidae	Chel	*Cyanocorayucatanica*		R
Corvidae	Pea	*Cyanocorax morio*		R
Cracidae	Chachalaca	*Ortalis vetula*		R
Columbidae	Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*		R
Ramphastidae	Carpintero	*Melanerpes pygmaeus*		R
Mimidae	Cenzontle	*Mimus gilvus*		R
Icteridae	Zanate	*Quiscalus mexicanus*		R
Trogonidae	Trogon pechiamarillo	*Trogon melanocephalus*		R
Scolopacidae	Playero charquero	*Tringa solitaria*		M

*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción + R= residente, M= migratorio

Durante los recorridos se avistaron y se registraron nidos funcionales de charas yucatecas (*Cyanocorax yucatanica*).

Se registraron nidos funcionales y se avistaron tringas solitarias.

CONCLUSIONES.

Con base en los resultados obtenidos en el área de estudio, la selva baja de transición al interior del predio se concluye lo siguiente:

- Dentro del predio se distribuye una porción de selva baja de transición que presenta parches aislados que corresponden a vegetación en sucesión secundaria.
- Este ensamble, por su ubicación espacial, funciona como conector entre la selva baja subcaducifolia y el manglar y mantiene a su vez fauna y flora particulares.
- La existencia de aguadas y sartenejas sirven como depósitos de agua que son usados por la fauna.
- Por lo anterior se recomienda realizar el rescate de mamíferos que ocupan las madrigueras como refugio y la reubicación de nidos presentes en la zona.

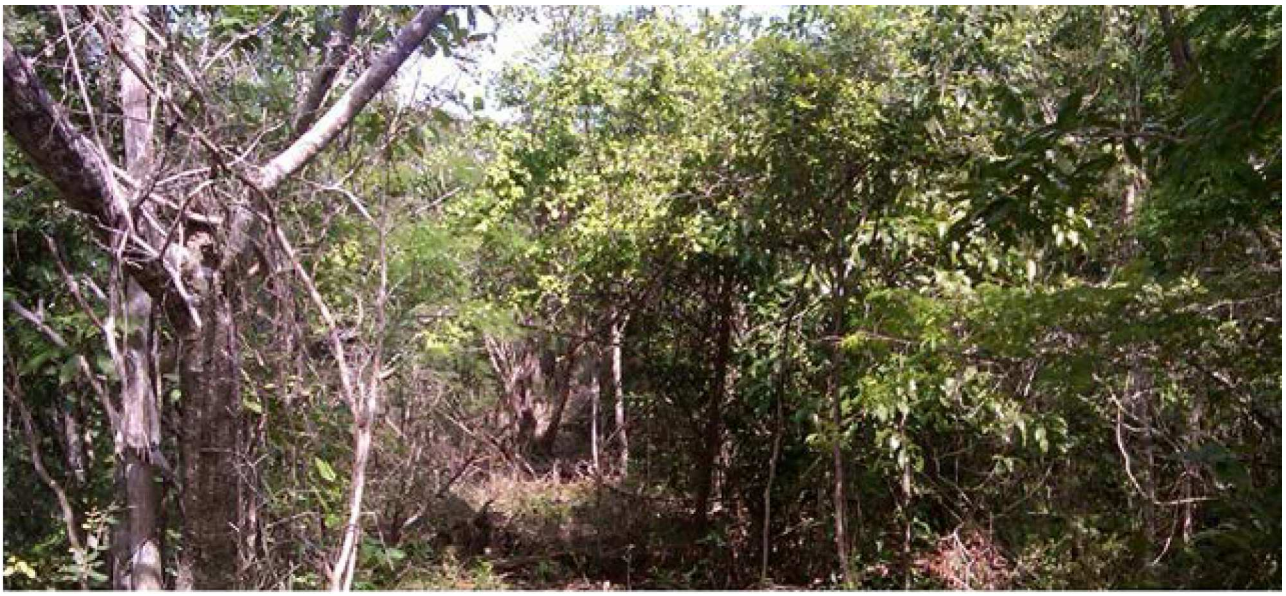
UNIDAD DE PAISAJE SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA UP SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA

Estrato	Familia	Nombre común	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Arbóreo	Fabaceae	Pata de vaca	*Bauhinia divaricata*	
Arbóreo	Fabaceae	Pata de venado	*Bauhinia ungulaata*	
Arbóreo	Apocynaceae	flor de mayo	*Plumeria rubra*	
Arbóreo	Burceraceae	Chakhá	*Bursera simaruba*	
Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	*Cecropia obtusifolia*	

Arbóreo	Palmae	Chit	*Thrinax radiata*	Amenazada
Arbóreo	Moraceae	Mata palo	*Ficus continifolia*	
Arbóreo	Moraceae	Laurelillo	*Ficus obtusifolia*	
Arbóreo	Fabaceae	Tsalam	*Lysolima latisiliqua*	
Arbóreo	Lamiaceae	Ya´axnik	*Vitex gaumeri*	
Arbóreo	Leguminosae	Ja´abin	*Piscidia piscipula*	
Arbóreo	Leguminosae	k'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	
Arbóreo	Leguminosae	k'aatal oox	*Swartzia cubensis*	
Arbóreo	Malvaceae	Majaua	*Hampea trilobata*	
Arbóreo	Malvaceae	k'an kaat	*Luehea speciosa*	
Arbóreo	Sapotaceae	Zapote	*Manilkara zapota*	
Arbustivo	Fabaceae	subin	*Acacia cornigera*	
Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	*Talisia olivaeformis*	
Arbustivo	Apocynaceae	Akit	*Thevetia gaumeri*	
Arbóreo	Palmae	Nakax	*Coccothrinax readii*	A
Arbóreo	Polygonaceae	Boob	*Coccoloba spicata*	
Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	*Myrcianthes fragans*	
Arbustivo	Anacardiaceae	Cheechem	*Metopium brownei*	
Arbóreo	Maraceae	Ramon	*Brosimum alicastrum*	
Arbustivo	Rutaceae	Naranjillo	*Esenbeckia berlandieri*	
Herbáceo	Araceae	boobtúum	Anthurium schlechtendalli	
Herbáceo	Bromeliaceae	Chak ch´om	Bromelia katas	

Este bosque tropical corresponde con una Unidad de Paisaje particular que tiene, en el predio, una cobertura de 5.51 Ha que equivalen al 15.40% del terreno. Colinda, al este-sureste, con la UP selva baja de transición previamente descrita y al noroeste con la UP construcciones y la propia carretera federal 307 que hace un límite del Sistema Ambiental.



La selva baja subcaducifolia corresponde a un bosque de amplia distribución en la península de Yucatán.

A nivel de predio esta UP se desarrolla sobre la terraza costera por arriba de los 2.5 msnmm. Esta vegetación se ha sujetado a diversas fuerzas transformadoras naturales como antrópicas. Su composición florística es la siguiente:

FLORA.

Para el caso, el estrato arbóreo se caracteriza por tener una altura de entre los 4 a 9 m, en donde los árboles dominantes conservan por más tiempo su follaje. Las especies distintivas del ensamble, por su relativa abundancia, son *Vitex gaumeri, Bursera simaruba y Piscidia piscipula* cuyos diámetros que van desde los 10 cm hasta los 25 cm para los fustes más gruesos que se relacionan con alturas de más de 9 m.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de transectos lineales que se recorrieron, dos de ellos, en una longitud promedio de 100 m cada uno. Durante el recorrido se contaron e identificaron todas especies arbóreas ubicadas a no más de 1m de distancia del centro del trazo elegido. También se contabilizaron todos los individuos que se encontraron en puntos de muestreo circulares de 500m^2 lo cual es aceptable para hacer un inventario forestal y estimar, así, su densidad. En ellos se contaron e identificaron todas las especies que éste contenía, se estimó el porcentaje de cobertura herbácea, el porcentaje de cobertura arbórea, la altura del dosel, la altura de los estratos arbustivo y herbáceo, así como la pedregosidad, tipo de suelo y pendiente.

El número total de especies registradas o la riqueza específica obtenida al interior de la selva baja sin considerar plantas no vasculares fue de más de 27 especies. La riqueza específica (s) es una forma aceptable de medir la biodiversidad la que se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. Para las plantas se estimó el índice de dominancia de Simpson para cada especie registrada en la UP.

Para lo anterior se realizaron recorridos lineales con el apoyo de un gps mobilmapper con un rango de precisión de (+-30cm).

Con la información así recabada se procesaron los datos a efecto de obtener el índice de dominancia de Simpson que se estimó con la siguiente fórmula:

$$\pm = p_i^2$$

Dónde:

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.

Por otra parte, la altura promedio de la vegetación oscila entre los 8.5 y los 9 m promedio. Las especies arbóreas que caracterizan a esta selva son el tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), el Chaca (*Bursera simaruba*), guayabillo (*Myrcianthes fragans*), la palma nacax (*Coccothrinax readii*) y el Ya´axnik (*Vitex gaumeri*). El estrato arbustivo está compuesto por las bromelias (*Bromelia katas*) y Bootun (*Anthurium schlechtendalli*) así como representantes juveniles de diversas especies arbóreas.

Bajo la metodología descrita se identificaron 12 especies vegetales a lo largo de los transectos al interior de la selva. No hubo una dominancia de alguna familia que fuera representada con un mayor número de especies.

Esta Unidad de Paisaje se desarrolla sobre un suelo pedregoso (≥ 50%), logrando una cobertura promedio estimada del dosel del 60% y una cobertura promedio estimada del estrato herbáceo del 7%. La especie arbórea dominante fue el Chaka (*Bursera simaruba*).

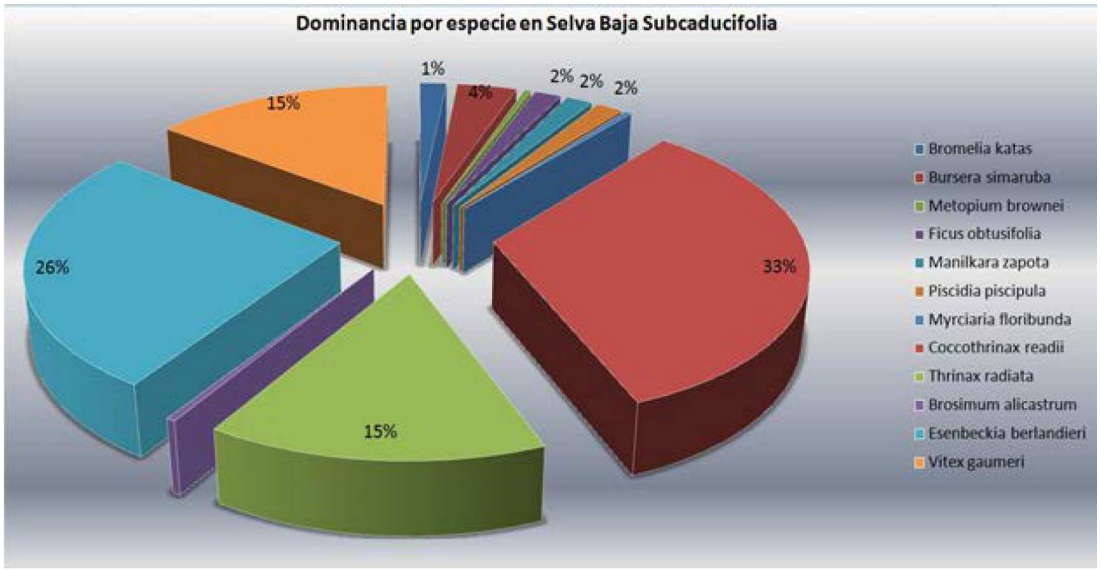
NÚMERO DE INDIVIDUOS EN TRANSECTOS ÍNDICE DE DOMINANCIA SIMPSON UP SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA

Comunidad	Familia	Nombre común	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*	SBSC
Especie 1	Bromeliaceae	Bromelia	*Bromelia katas*		0.0083
Especie 2	Burceraceae	Chakhá	*Bursera simaruba*		0.0186
Especie 3	Anacardiaceae	Chechem	*Metopium brownei*		0.0021
Especie 4	Moraceae	Laurelillo	*Ficus obtusifolia*		0.0083
Especie 5	Sapotaceae	Zapote	*Manilkara zapota*		0.0083
Especie 6	Fabaceae	Jabin	*Piscidia piscipula*		0.0083
Especie 7	Myrtaceae	Guayabillo	*Myrciaria floribunda*		0.0021
Especie 8	Palmae	Nakax	*Coccothrinax readii*	A	0.1674
Especie 9	Palmae	Chit	*Thrinax radiata*	A	0.0744
Especie 10	Maraceae	Ramon	*Brosimum alicastrum*		0.0021
Especie 11	Rutaceae	Naranjillo	*Esenbeckia berlandieri*		0.1322
Especie 12	Lamiaceae	Ya´axnik	*Vitex gaumeri*		0.0744

Riqueza S=12

*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción

Lo anterior se muestra gráficamente a continuación:



En cuanto al estado fitosanitario de la vegetación, no se encontraron evidencias de plagas o enfermedades que pongan en riesgo la masa forestal estudiada, por tal motivo no es necesario llevar a cabo ninguna acción de saneamiento tendiente a realizar algún tipo de control.

Esta UP, si bien con una relativamente baja cobertura a nivel predial contiene una fauna diversa como se expone a continuación.

FAUNA.

Para realizar el registro de la mastofauna se aplicaron tres métodos diferentes, en donde se muestrearon roedores, quirópteros, mamíferos de talla mediana y grande y la realización de un listado de aves presentes en el sitio.

Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron dos cuadriculas con 5 trampas tipo Sherman ubicadas a 15 m de distancia entre ellas, cubriendo un área de 900 m^2. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate para atraer y procurar la captura de los roedores, se mantuvieron activas durante 5 noches acumulando un esfuerzo total de 120 hrs/ trampa/ noche. Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día ya que representa riesgo de muerte por calor para los animales trampeados. Los individuos que se capturaran serian identificados, sexados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura. Para estimar la densidad de roedores se utilizó el método de índice de Shannon mediante la siguiente formula

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

- *S* – Número de especies
- *Pi* – proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): *ni/N*
- *ni* – número de individuos de la especie *i*
- *N* – número de todos los individuos de todas las especies

Las trampas fueron cebadas, colocadas y escondidas para maximizar las capturas.

RESULTADOS

DENSIDAD SHANNON PARA ROEDORES EN LA UP SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA

Comunidad	Roedores	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
Especie 1	Oryzomys couesi	4	0.666666667	-0.40546511	-0.27031007
Especie 2	Dasiprocta punctata	2	0.333333333	-1.09861229	-0.3662041
Riqueza S=2		**6**	**100**		**0.63651417**

Lo anterior permite tener un estimado del número de estas especies por unidad de área (Valverde et al, 2005) o, en su caso, usar esta información para comprender si el espacio estudiado es capaz de soportar una población mayor en función de la disponibilidad de alimento y el número de especies e individuos por especie de acuerdo al tamaño de la población estimada.

Para registrar las especies de quirópteros en el área se colocó una red niebla entre las 19:00 y 22:00 hrs durante dos noches, muestreando dos sitios distintos en cada ocasión y de esta forma se acumuló un esfuerzo de muestreo de 6 horas/red. La red se colocó a tres metros de altura y fue revisada cada 30 min. Los individuos capturados se extrajeron de la red, fueron identificados, sexados y liberados.

1) Colocación del bastidor para la red de niebla. 2) Tendido de la red de niebla.

RESULTADOS

Se registra la presencia en el predio del murciélago Artibeus intermedius cuyo hábito suele ser gregario en pequeños grupos y forrajea solo (David, 1984; Iñiguez-D., 1993; Sánchez et al., 1989). Estos quirópteros son frugívoros que complementan su dieta consumiendo insectos. Es una especie frecuente asociada a bosques subtropicales, bosques tropicales, matorrales, bosques de pino-encino siendo comunes en sitios perturbados. Se distribuye desde el nivel del mar hasta 2,700 msnm (Alvarez y Alvarez Castañeda, 1991; Davis, 1984) citados por (Ceballos y Oliva, 2005).

1) Ejemplar atrapado en la red, 2) Extracción del ejemplar de la red, 3) Liberación del ejemplar de la red. 4) identificación del ejemplar.

Para registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de 15 cámaras automáticas Marca Moultrie modelo Game Spy por 6 días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 144 hras/ cámara trampa/ 6 noches.

Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm del nivel del suelo y se programaron para obtener dos fotografías por cada ocasión de activación 8 de las cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras 7 fueron cebadas con menudencias de pollo para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de Ceballos y Oliva (2005).

Se favoreció la colocación de los dispositivos en senderos o brechas y cerca de pasaderos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

Las cámaras una vez instaladas se accionan automáticamente por el movimiento.

RESULTADOS

La secuencia fotográfica siguiente muestra algunos de los registros obtenidos con las cámaras automáticas desplegadas en esta Unidad de Paisaje.

Se registraron 7 especies de mamíferos diferentes que se distribuyen en esta UP de las cuales ninguna se encuentra protegida legalmente por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de en peligro de extinción.

Arriba: *Nasua narica*. **Centro**: *Dasiprocta punctata* y *Didelphys virginiana*. **Abajo:** *Odocoileus virginianus* y *Dasiprocta punctata*

“MASTO FAUNA REGISTRADA EN EL PREDIO "LOS CASTILLOS"

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Método+
Dasyproctidae	Sereque	*Dasiprocta punctata*		C
Didelphidae	Tlacuache	*Didelphys virginiana*		C
Didelphidae	Tlacuache cuatro ojos	*Philander opossum*		C
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*		A, C
Procyionidae	Tejón	*Nasua narica*		A, C
Sciuridae	Ardilla yucateca	*Sciurus yucatanensis*		A, C
Phyllostomidae	Murciélago frutero	*Artibeus intermedius*		R

+ A/ Avistada * Pr: Protección especial
C/ Cámara espía A: Amenazada
R/ Red de niebla P: Peligro de extinción

Se consideró realizar un trabajo de campo sistemático para registrar el mayor número de especies que ocupan el área, se llevaron a cabo recorridos de campo enfocadas a la detección de los posibles grupos faunísticos presentes en el área del proyecto, se realizaron recorridos matutinos de 7:30 a 8:30 horas al interior del predio aplicando la técnica de búsqueda directa que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas y sitios que pudieran ser utilizadas como refugio, bajo piedras, troncos y entre los residuos sólidos, para lo cual se aprovecharon las brechas existentes en las zonas aledañas a los polígonos de aprovechamiento, aunado a esto se colocaron cámaras trampa (por 6 días), para evidenciar la presencia de fauna en el predio. Este método puede detectar fauna en un sitio abierto tanto nocturno como diurno, ya que estas cámaras cuentan con sensores automáticos que se activan al movimiento.

Se integró la brigada por un grupo de especialistas que identificaron los puntos estratégicos para la colocaron de 6 cámaras trampa automáticas de Marca Stealth Cam, LLC, Modelo: STC-G34, las cámaras se instalaron por 12 días continuos, para monitorear y registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 288 horas/ cámara trampa/ 12 noches.

Se colocaron a una altura promedio de 50 cm del nivel del suelo y se programaron para obtener dos fotografías por cada ocasión de activación 3 de las cámaras, se puso cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras 3 fueron cebadas con menudencias de pollo para especies carnívoras, esto con el fin de atraer a las distintas especies que puedan existir dentro del área de estudio.

Se favoreció la colocación de los dispositivos en senderos o brechas y cerca de pasaderos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

ARMONIA ECO
RESIDENCIAL
SUSTENTABLE
DICIEMBRE 2019

ARMONIA ECO
RESIDENCIAL
SUSTENTABLE
DICIEMBRE 2019

ARMONIA ECO
RESIDENCIAL
SUSTENTABLE
DICIEMBRE 2019

Las cámaras una vez instaladas se accionan automáticamente por el movimiento.

RESULTADOS

De acuerdo con la metodología aplicada se obtuvieron los siguientes resultados en lo que respecta la composición de especies de fauna que ocupan la zona de aprovechamiento:

La secuencia fotográfica siguiente muestra algunos de los registros obtenidos con las cámaras automáticas desplegadas en esta Unidad de Paisaje.

Se registraron 6 especies de mamíferos diferentes que se distribuyen en esta Unidad de Paisaje de las cuales no se reportó presencia de especies de fauna que estén incluidas en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada en el diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre del 2019.

“MASTO FAUNA REGISTRADA EN EL PREDIO "LOS CASTILLOS"

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Método+
Dasyproctidae	Sereque	*Dasiprocta punctata*		C
Tayassuidae	Pecarí de collar	*Pecari tajacu*		C
Procyonidae	Mapache boreal	*Procyon lotor*		C
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*		A, C
Procyionidae	Tejón	*Nasua narica*		A, C
Sciuridae	Ardilla yucateca	*Sciurus yucatanensis*		A, C

+ A/ Avistada * Pr: Protección especial
C/ Cámara espía A: Amenazada
R/ Red de niebla P: Peligro de extinción

CONCLUSIÓN

En base al monitoreo realizado que abarca desde la primera visita al predio en el año 2012 en comparación con el monitoreo realizado a finales del 2019, cabe destacar que de acuerdo a las actividades antropogenicas se observa una disminución del paso de fauna, que de las siete especies que se encontraron en el primer monitoreo ahora solo se observa la presencia de 6 especies que no se encuentran en listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MASTO FAUNA REGISTRADA EN EL PREDIO. AÑO 2012

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Método+
Dasyproctidae	Sereque	*Dasiprocta punctata*	/	C
Didelphidae	Tlacuache	*Didelphys virginiana*	/	C
Didelphidae	Tlacuache cuatro ojos	*Philander opossum*	/	C
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	/	A, C
Procyionidae	Tejón de Cozumel	*Nasua narica*	Endémica Amenazada	A, C
Sciuridae	Ardilla yucateca	*Sciurus yucatanensis*	/	A, C
Phyllostomidae	Murciélago frutero	*Artibeus intermedius*	/	R

MASTO FAUNA REGISTRADA EN EL PREDIO. DICIEMBRE 2019

Familia	Nombre común	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010*	Método+
Dasyproctidae	Sereque	*Dasiprocta punctata*	/	C
Tayassuidae	Pecarí de collar	*Pecari tajacu*	/	C
Procyonidae	Mapache boreal	*Procyon lotor*	/	C
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	/	A, C
Procyionidae	Coati Yucateco	*Nasua narica subsp. yucatanica*	/	A, C
Sciuridae	Ardilla yucateca	*Sciurus yucatanensis*	/	A, C

En comparación del año 2012 al año 2019, la presencia de tlacuache y tlacuache cuatro ojos, así como el murciélago frutero ya no hubo presencia en el año 2019, esto se debe igual a las condiciones del cambio como actividades antropogenicas que existen frente al predio.

Para el caso de las aves presentes en esta UP se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 3 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos. Durante ese tiempo se observaron y anotaron todos los individuos que percharon a los alrededores y aquellos que fueron vistos al vuelo.

Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs. En total se registraron 8 familias y 11 especies de aves de las cuales ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados fueron los siguientes:

Listado de aves avistadas en la UP selva baja subcaducifolia		
Familia	**Nombre común**	**Especie**
Cathartidae	Aura	*Cathartes aura*
Cathartidae	Zopilote negro	*Coragyps atratus*
Corvidae	Chel	*Cyanocorax yucatanica*
Corvidae	Pea	*Cyanocorax morio*
Cracidae	Chachalaca	*Ortalis vetula*
Columbidae	Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*
Ramphastidae	carpintero	*Melanerpes pygmaeus*
Mimidae	Cenzontle	*Mimus gilvus*
Icteridae	Zanate	*Quiscalus mexicanus*
Icteridae	Bolsero de Wagler	*Icterus Wagleri*
columbidae	Paloma morada	*Columba flavirostris*
Ardeidae	Bok	*Bubulcus ibis*

1) *Cyanocorax yucatanica*; 2) *Coragyps atratus*; 3) *Cyanocorax morio*; 4) *Icterus Wagleri*

1) *Ortalis vetula*; 2) *Bubulcus ibis*

1) *Cathartes aura*; 2) *Zenaida asiática*.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el área de estudio, se concluye lo siguiente:

- Corresponde a una porción de selva baja subcaducifolia en buen estado de conservación con un 30% de dominancia de Bursera simaruba con diámetros que no sobrepasan los 25 cm lo que nos indica que la vegetación deriva de una sobreexplotación forestal.

- La presencia de otras especies arbóreas, por sus características dasométricas puede indicar que corresponden a una regeneración y que tendrían que pasar por lo menos 20 años para que estas muestren signos de madurez y dominancia sobre el resto de las especies arbustivas.

UNIDAD DE PAISAJE BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO.

En el predio esta Unidad de Paisaje corresponde a una porción transicional existente entre la propia selva de transición y la cuenca del humedal costero Punta Bete- Punta Maroma, cubre el 9.59% de la propiedad por lo que se expresa en 3.43 Ha. Se establece, entonces como una condición ecotonal entre las UP MANGLAR Y SELVA BAJA DE TRANSICIÓN. El espacio es, en términos topográficos, un bajo en el cual se desarrollan bosquetes de Palmas Chit (*Thrinax radiata*), Tasistales bien diferenciados (*Acoelorrhaphe wrightii)* con presencia de Helecho dorado (*Acrostichum aureum*) todo ello embebido en una masa vegetal dominada por *Bravaisia tubiflora* en una densidad que alcanza 30 ind./m^2 y altura que va de los 1.5 m a los 3 m con diámetros de 1 cm.

El bajo topográfico ofrece condiciones óptimas para el desarrollo del sulub, *Bravaisia tubiflora,* que alcanza en el sitio una densidad de 30 ind./m^2. En este agregado se distribuye, también, el mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

En este espacio ocurren también Chechenales a modo de agregados de *Metopium brownei* con *Pithecellobium keyense* que acompaña a otras plantas como *Manilkara zapota* las que se desarrollan en las porciones más elevadas del bajo las que están compuestas por afloramientos rocosos que mantienen un alto grado de humedad. En los troncos y ramas de estos árboles se desarrollan epifitas como *Myrmecophila christinae* y *Catasetum integerrimum*.

Izq. Agregado de *Myrmecophila christinae*
. Der. Fotografía que expone la diversidad vegetal del sitio, 5 especies en el marco.

La composición florística de esta UP se expone a continuación:

FLORA.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA UP BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO

Estrato	Familia	Nombre común	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Arbóreo	Palmae	Tasiste	*Acoelorrhaphe wrightii*	
Arbóreo	Sapotaceae	Zapote	*Manilkara zapota*	
Arbóreo	Anacardiaceae	Cheechem	*Metopium brownei*	
Arbóreo	Erythroxylaceae	Mangle rojo	*Rhizophora mangle*	A
Arbóreo	Fabaceae	katsin eek	*Pithecellobium keyense*	
Arbustivo	Acanthaceae	Sulub	*Bravaisia tubiflora*	
Herbácea	Pteridaceae		*Acrostichum aureum*	
Herbácea	Orchidaceae	xon-ikni	*Myrmecophila christinae*	
Herbácea	Orchidaceae	ch'it ku'uk	*Catasetum integerrimum*	
Herbácea	Bromeliaceae	xch'u'	*Tillandsia fasciculata*	

FAUNA.

En cuanto a la fauna registrada, esta arrojó la presencia de las siguientes especies:

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE VULGAR
Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Tortuga casquito
Corytophanidae	*Basiliscus Vittatus*	Toloc
Hylidae	*Hyla microcephala*	Quech
	Scinax staufferi	Ranita arborícola
Leptodactylidae	*Leptodactylus labialis*	Rana de hojarasca
Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra de agua o ranera

Adicionalmente a las especies registradas se supone, dadas las características del sitio, la presencia potencial de especies de amplia distribución como son *Boa constrictor (*Boidae) cuya existencia en el humedal y en la selva es común, así como las culebras (Colubridae) *Conophis lineatus, Drymarchon corais y Symphimus mayae.*

ASPECTOS ABIÓTICOS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

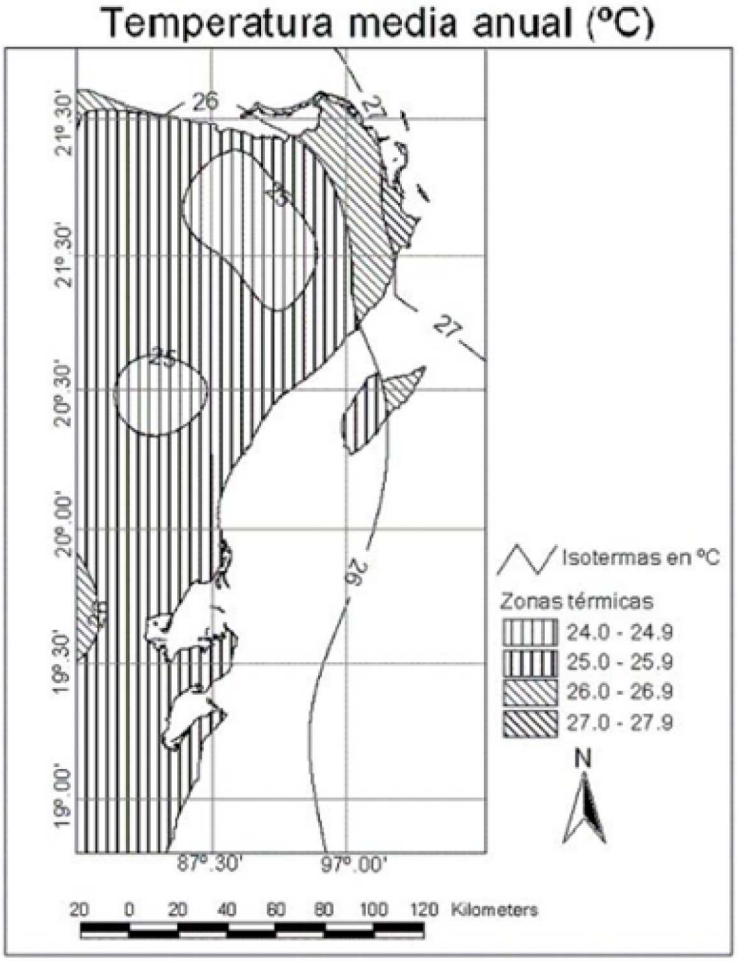
ASPECTOS ABIÓTICOS

Las características ambientales de una zona se conforman por la integración de los distintos elementos del medio físico, así como del medio biológico. En los siguientes apartados de este capítulo se presenta la descripción relativa al medio físico, descripción que para fines de este documento corresponderán a: tipo de clima, temperatura, precipitación, intemperismos severos, vientos, geomorfología, edafología, relieve, hidrología, así como fisiografía.

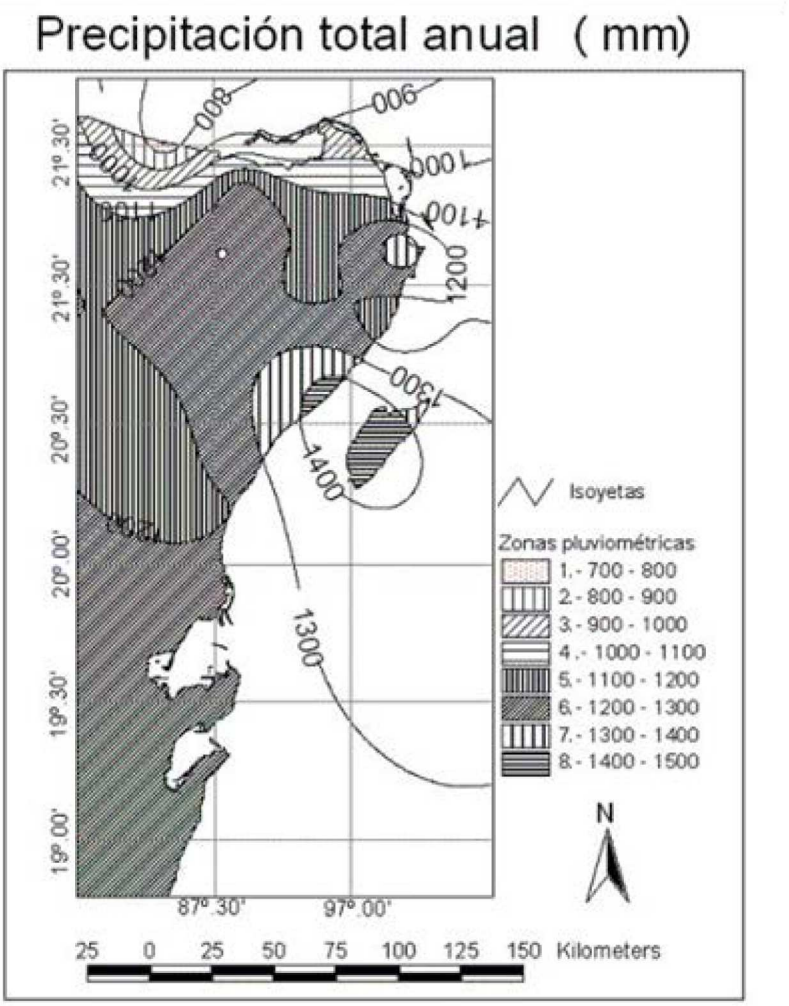
a) Clima

El clima predominante en el Estado de Quintana Roo, es de tipo tropical cálido subhúmedo, con lluvias en verano. La precipitación media anual corresponde a 900 mm.

La temporada de lluvia comprende de mayo a octubre, presentándose los niveles máximos de precipitación entre junio y septiembre. La temporada de estiaje comprende los meses de noviembre a abril. La temperatura media anual es de 25 °C y la evaporación potencial media anual de 1,650 mm. Por su parte, a la zona de estudio le corresponden los siguientes atributos climáticos: el clima es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, pero presentándose mayores abundancias en verano. De acuerdo a la clasificación de Köepen, modificada por García (2004) la clasificación del clima mencionado es: Aw2 (x).



La temperatura máxima del verano, en los meses de abril a octubre, que son los más cálidos puede llegar a alcanzar los 39ºC. En invierno, durante los meses de noviembre a marzo, las temperaturas más bajas oscilan entre 24ºC y 25ºC. La temperatura media anual para la zona es de 26ºC, con oscilación de 4.5ºC., ésta baja variación, permite considerar un clima de tipo isotermal. La escasa oscilación térmica sugiere que la marcha de la temperatura sea de tipo "Ganges" (Negrete, 1988).



La precipitación total anual está por encima de los 1,400 mm. Esta precipitación a pesar de estar presente todo el año, no ocurre en las mismas cantidades. Durante la temporada de lluvias, de junio a diciembre, se aporta el 75% del total con un valor de precipitación media en conjunto de 830 mm. A diferencia, en la temporada seca, de enero a mayo se aporta el 25% de la precipitación total anual, registrándose un valor de precipitación media en conjunto de 280 mm.

Intemperismos severos

- **Huracanes**

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo manifiesta una alta incidencia de fenómenos meteorológicos, bajo distintos tipos e intensidades. De manera específica corresponde con la zona de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana.

El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo. Las costas del estado han sido tocadas por 33 huracanes en los últimos 22 años, siendo las áreas más afectada la zona norte así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida. Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

- **Depresiones y tormentas tropicales.**

Estos fenómenos son similares en temporada, estructura y comportamiento a los huracanes, sólo que no desarrollan velocidades de viento tan altas.

- **Nortes.**

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo. Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas, además, se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

- **Vientos.**

Los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/hr en promedio y hasta 30 km/hr durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del Norte durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo. Estos vientos pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90 km por hora, provocando lluvias, fuertes oleajes y marejadas. Se considera que los "Nortes" son uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

b) Geología y geomorfología

El marco geológico, está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los períodos terciario y cuaternario. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso, las cuales afloran en la porción sur del Estado y tienen espesor hasta de varios cientos de metros. Existen sedimentos arcillosos y depósitos evaporídicos; las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas: coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y celechoso, producto de alteración, de espesor reducido. Los rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán están determinados por la naturaleza cárstica y permeable del sustrato. La acción erosiva tanto horizontal como vertical del agua en sustratos calcáreos produce conductos de disolución de diferentes tamaños, por los que fluye el agua a manera de ríos subterráneos. Las dolinas de disolución se producen cuando se colapsa la parte superior de un río

subterráneo creando una cavidad que alcanza la superficie, de tal manera que es frecuente encontrar sistemas hidrológicos superficiales de diferentes tipos y de distintos tamaños, entre ellos, los conocidos localmente como cenotes. Esta misma erosión vertical al presentarse en cavernas contiguas da lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.

De acuerdo a los criterios de Bloom (citado en CITSA/I. de E., 1990), en la zona se observan las siguientes geoformas: Mesetas de caliza**.** Es la única geoforma construccional en el corredor Cancún- Tulúm. Los afloramientos calizos son todos ellos pertenecientes a la formación Carrillo-Puerto. Pantanos y planicies lodosas**.**

Corresponden a una geoforma erosional originada por el acarreo hídrico y la actividad costera. Es muy frecuente en toda la zona norte del corredor Cancún-Tulúm. El material que forma las planicies inundables es una mezcla de sedimentos calcáreos recientes, calizas intemperizadas y/o laterizadas, y sedimentos orgánicos semidescompuestos debido a la baja cantidad de oxígeno del sustrato. Aunque de poca profundidad, este material se ha acumulado en un largo período de tiempo, ya que el arrastre de las zonas más elevadas a las más bajas es escaso debido a la condición porosa y cárstica del sustrato. Estratigrafía y características físicas del subsuelo: El terreno tiene una conformación de pendientes suaves, con elevaciones máximas que van de 2.0 m a 11m en su punto más alto. La roca detectada es una caliza blanca que va de muy consolidada y textura cerrada, debido a que generalmente el suelo del sitio está constituido por un paquete de sedimentos calcáreos formados por una capa superficial de arenas deleznables semiconsolidadas con abundantes fósiles y lentes delgados de caliza recristalizada compacta. Existen en su masa corales y otros fragmentos de fósiles marinos y detritos de acarreos diversos sólidamente empacados en una matriz de carbonato de calcio cementado. Particularmente en el sitio afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja a partir de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada.

c) Edafología.

La edafología de la zona está representada por suelos jóvenes y poco consolidados. Esto se debe a la reciente emergencia de la losa peninsular. Los suelos del corredor Cancún- Tulum pertenecen a las siguientes categorías: litosol, asociación litosolrendzinas, regosol, gleysol, solonchak, e histosol. En la costa los suelos son arenosos, de grano fino, permeables y con poca materia orgánica, tipo regosol calcárico. En el sitio la unidad de suelo primario es de tipo regosol calcárico e histosol calcárico.

Por su origen geológico, esta zona, como toda la península de Yucatán, presenta aspectos fisiográficos singulares dada la solubilidad de la roca de la Península de
Yucatán, son frecuentes las dolinas y las depresiones, donde se acumulan arcillas de descalcificación. (INE/SEMARNAP, 1998).

La región presenta rocas carbonatadas del Terciario Superior, las que, debido a una intensa precipitación, el clima y su posición estructural, han sufrido una intensa disolución ocasionando una superficie rocosa cárstica ligeramente ondulada.

d) Hidrología

Por la naturaleza kárstica de la placa y a escasez de suelos, el agua de lluvia se filtra rápidamente a través de la roca calcárea hacia el acuífero, por lo que el drenaje es básicamente subterráneo. La acumulación de las aguas pluviales en la matriz rocosa de la península, ocasionan una diferencia a niveles hidrostáticos que determina un flujo subterráneo de tierra a mar. El promedio anual de descarga de agua subterránea en la Península de Yucatán, por encima de los 20º de Latitud Norte, se ha estimado en 8.6 millones de m^3 por km de costa al año (Back, 1985). Sin embargo, por la escasez de sólidos en suspensión la influencia terrígena sobre el arrecife es mínima.

De acuerdo a la carta de Hidrológica de Aguas superficiales del INEGI, el sitio corresponde a la Región Hidrológica 32 (RH32) Yucatán Norte-Quintana Roo, de la vertiente oriental, donde no existen subdivisiones de Cuencas y Subcuencas al no existir escurrimientos superficiales, por lo que la condición hidrogeológica es de equilibrio en la zona costera. (Regiones hidrológicas de México)

Se realizó un estudio geohidrológico específico para este proyecto (Anexo), el cual genera información importante para el planeamiento del mismo.

Se reconocieron tres zonas con diferentes altitudes paralelas entre si y a la línea del mar: 1) Zona Alta con altitud promedio de 8.00 m, 2) Zona Intermedia con elevaciones de 2.50 a 1.00 m y 3) Zona Baja al final del predio con altitudes menores de un 1.00 m y cercanas al nivel del mar que corresponden a depósitos lacustres con sedimentos de pantano

Por otra parte, en este mismo estudio geohidrológico se identificaron 3 unidades geoeléctricas, de las cuales se considera la unidad U2b con potencial Geohidrológico, porque presenta valores de resistividad, a los cuales se le atribuye a un acuífero de agua dulce. Esta subunidad U2b, se consideran de interés para el alumbramiento de agua subterránea, de igual forma cabe mencionar que la zona de interés de esta está subunidad se encuentra a una profundidad mayor a los 15[m].

La configuración de la profundidad del nivel del agua permite establecer que en la parte alta del terreno (poniente) el agua subterránea se encuentra hasta 6.00 m de profundidad. En la porción central alcanza 3.00 m y hacia la parte baja del terreno (oriente) desciende hasta 1.00 m de profundidad.

Características del manto freático.

Las características del manto freático mediante análisis de la calidad del agua resultaron con mediciones de la temperatura a nivel freático con valores entre 24.72 y 28.92°. La conductividad eléctrica con valores entre 600 y 522 mS/cm en los primeros 25 de columna de agua y 22,400 mS/cm como máximo a 32.5 m del nivel freático, con esto la interface salina se ubica a 30 m a partir del nivel freático. Los sólidos totales disueltos se encontraron entre 400 y 2000 mg/l en los primeros 25 m a partir del nivel freático. A profundidad el máximo valor corresponde a 15,500 mg/l a 32.5 m a partir del nivel freático.

El oxígeno disuelto presenta valores entre 0.20 y 11.90 mg/l se observa que por debajo de los 18 m de columna de agua se presentan las máximas variaciones asumiendo zona de flujos

subterráneos coincidentes con la zona cárstica detectada en la exploración directa entre 15 y 20 m.

- El área de estudio está conformada por depósitos carbonatados como arenas, calcarenitas principalmente.
- Existen en la región alineamientos como parte de una red de fracturamiento subterráneo con una dirección preferencial al NE hacia la línea de costa y una más al NW que descarga al sur con evidencias reales de ojos de agua o manantiales.
- En el subsuelo una capa de calcarenitas semicompactas de 8 a 12 m de espesor.
- Por debajo de las calcarenitas se presenta una unidad de calizas arrecifales formada por restos de fósiles y horizontes arenosos.
- En las calizas arrecifales a partir de los 15 m de profundidad se localizan zonas cársticas (cavidades) por donde circula agua continental o de mezcla.
- La temperatura del agua del acuífero a nivel freático oscila entre 24.72 y 28.92°C, los valores decrecieron a profundidad y a los -20 m la temperatura fue de 25.09 °C.
- La conductividad eléctrica del agua del acuífero presenta valores a nivel freático de 522 µS/cm. Correspondiente por estar alejado de la costa.
- El techo de la interfase salina se ubica a los -25 m.
- De manera particular, el predio de estudio no muestra inundación; no corresponde ni se encuentra en el humedal y no tiene conexión superficial con ningún ecosistema acuático.

La zona costera se caracteriza por presentar un relieve muy escaso y por la ausencia absoluta de ríos superficiales, resultado de la naturaleza kárstica del terreno. La zona costera está delimitada hacia la parte terrestre por bermas del pleistoceno de aproximadamente 10 m de altura, y hacia el mar por una barra arenosa de 2-3 m de altura y 100-200 m de ancho que constituye la línea de costa actual (Ruíz Rentería, *et al*. 1998). Entre estos dos rasgos hay depresiones que dan lugar a un ambiente lagunar somero, con esporádico contacto con el mar adyacente. Estas cuencas están interrumpidas por caminos transversales que la dividen de forma natural, restringiendo o impidiendo el flujo de agua.

CONCLUSIONES.

- De la información de este capítulo se puede concluir que la intervención se pretende en un sitio aun predominantemente natural que se encuentra entre los límites visibles y funcionales que definieron el Sistema Ambiental.

- En el sitio no se observaron poblaciones de fauna silvestre que tengan por exclusivo este lugar.

- Adicionalmente a lo anterior se expone que el medio en el que se encuentra el Sistema Ambiental definido, así como el predio de interés para este proyecto corresponden a áreas suburbanas, fuera del Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Playa del Carmen, el cual se sujeta, por colindancia y proximidad a las condiciones de ciudad que ésta misma impone. En este sentido, el espacio que se ha de ocupar por el proyecto se sujetará a intervenciones futuras.

- Se definió el Sistema Ambiental más allá de los límites del predio y considerando los alcances, no inmediatos, de la construcción y operación del proyecto partiendo del

hecho que un conjunto residencial en condominio no conlleva actividades de riesgo para el ambiente ni para la salud humana.

- La delimitación realizada para definir el Sistema Ambiental utilizando espacios transformados tiene la ventaja de que abarca y se estudia el predio y su ambiente próximo de forma que, si bien es artificial, es también replicable.

- Los Sistemas de Información Geográfica utilizados (Global Mapper v13.2.0 asistido con MAP MAKER PRO V3.5) permitieron una amplia perspectiva para la realización de un diagnóstico ambiental del sitio ya que admiten una visión espacial más allá del predio en el que se pretende la obra y sus actividades. Además, con estos sistemas es posible realizar mediciones para formular, a diversas escalas, los inventarios requeridos para la descripción de los espacios estudiados.

- El ejercicio realizado permitió la cuantificación de los elementos del Sistema Ambiental y del predio de interés lo que permite un diagnóstico objetivo del medio en el que la obra pretendida se inserta.

- Bajo este marco conceptual y metodológico se observa que el espacio analizado corresponde, aún, a un espacio predominantemente natural donde se presenta una cobertura de selva baja subcaducifolia, selva baja de transición y manglar en distintos estados de conservación.

- En relación a los procesos de cambio que ocurren en el espacio delimitado, se puede determinar que es la carretera federal 307 la obra humana de mayor relevancia ambiental en el sitio. Esta autovía realizada bajo conceptos constructivos que en ningún momento consideraron la componente ambiental, carece de drenajes para las escorrentías superficiales y tampoco consideró pasos de fauna. De 1996 a la fecha se ha ampliado y el aforo vehicular se ha incrementado exponencialmente. Esta condición imprime a esta obra el atributo de barrera que divide y separa el área del predio del macizo forestal de la península de Yucatán.

- Como tendencia detectada, a nivel de predio, se observa precisamente un uso difuso del territorio suburbano. Esta condición implica que un conjunto habitacional colindará con instalaciones industriales situación que por su alance espacio-temporal es territorialmente contrapuesta porque no se esperaría, en un entorno predominantemente natural como el que se describe pero sí se comprende por la colindancia existente con la carretera federal 307 que es la única vía de comunicación norte-sur.

- Esta problemática de ocupación espacial de la industria, en caso de prevalecer, implicará la generación de un ambiente intersticial, sin usos del suelo definidos ni rigurosamente reglamentados que pudiera permitir, en un escenario no deseable, la ocupación del territorio bajo desorden que generaría una fuerte tendencia al uso difuso del espacio que, sin duda, involucraría una degradación adicional del área y merma en la calidad del entorno, incluidos los recursos naturales. Es claro que el POEL-S determina otros sitios para la actividad industrial y determina para la UGA 17 que el uso industrial es incompatible.

- En el proceso de ocupación territorial la propuesta de uso suburbano, además de concordar con el POEL-S, representa, en términos netamente ambientales, la ocupación ordenada, planificada y valorada en materia de impacto ambiental de un desarrollo que implica un uso mínimo del suelo.

- Favorecer esta ocupación implica, si bien un consumo de una parte de los recursos naturales existentes en el Sistema Ambiental y en el propio predio, también representa la ventaja de usar el espacio con una actividad permitida y concordante con los instrumentos normativos existentes lo que resta, o eventualmente elimina, posibilidades a las ocupaciones irregulares, potencialmente contaminantes o discordantes como el caso de la lavandería industrial y sus vertidos.

- Puede esperarse, para el Sistema Ambiental delimitado y el sitio en el que se encuentra el predio, que derivará en el mediano plazo en un espacio transformado hacia un aprovechamiento de tipo urbano, con usos habitacionales, turísticos, ecoturísticos, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural y, tal vez, servicios para los usos mencionados. Lo anterior habrá de realizarse en concordancia con los instrumentos de planificación que definan, en su momento, las estrategias ambientales para un desarrollo sustentable.

PAISAJE.

En cuanto al paisaje el proyecto ocupa un espacio que se ha destinado al uso suburbano por lo que admite, en términos de regulación de obras y actividades, la propuesta constructiva que aquí se presenta situación que la hace concordante con la planificación urbana y con las actividades que se llevarán a cabo. La construcción y operación del condominio Armonía implica el mejoramiento del espacio desde el punto de vista urbano ya que el sitio cuenta con todas las posibilidades de integración al sistema “suburbio-ciudad”. Si se analizan los escenarios posibles, se vislumbran dos opciones:

Una, en condición “sin proyecto”, en la cual el lote no genera beneficios en sinergia con las otras actividades de la zona, se degrada el terreno por saqueo de los pocos recursos que aún existen, acopia desperdicios por vertimientos irregulares, perturba el ambiente urbano y, ambientalmente, no ofrece tampoco ninguna ventaja como lote baldío.

El escenario “con proyecto” implica la plena utilización suburbana del espacio, su mantenimiento y el desarrollo de actividades acordes al sitio en el que se encuentra. Esta condición “con proyecto” no representa una obra descontextualizada de su entorno ya que prevalece en el concepto del paisaje urbano como un segmento de la ciudad y de sus funciones.

El paisaje que actualmente se percibe en la zona es el resultado de la interacción del uso del suelo y las edificaciones donde estas, diseminadas, forman unidades en el área en la cual se integra la propuesta constructiva. Es así visto, coherente en términos urbanos, ambientales, paisajísticos, territoriales, sociales e institucionales. Esto porque este proyecto parte de un diseño de la construcción planteado en función de su entorno. Es congruente con el contexto de desarrollo de la ciudad de Playa del Carmen y su expansión hacia el nortea y no es discrepante en cuanto al aprovechamiento territorial que le rodea y, desde luego, con el ecosistema natural en el que participa.

El cambio de uso de suelo, como se indicó anteriormente, corresponde a la fase de preparación de sitio. Al momento de que éste se ejecute las consecuencias sobre el paisaje serán desfavorables ya que se abre un espacio en la vegetación para dar cupo al desarrollo. Esta transformación es, perceptualmente, temporal sin conllevar amenazas a un paisaje excepcional ya que este sitio se urbaniza y se construye rápidamente.

La forma de ejecución del cambio de uso de suelo permite la permanencia de espacios ajardinados y de conservación en concordancia con el POEL-S situación ventajosa ya que se mantiene el 65.06% del terreno con elementos que, sin duda, favorecerán el entorno así urbanizado. Partiendo de lo visual esta condición permitirá vistas de ejemplares arbóreos que, de otra forma, hubieran sido eliminados.

Finalmente, es posible afirmar que la territorialidad y las instalaciones concuerdan al mantener y utilizar los usos del suelo asignados al sitio en el que la obra será edificada.

VI. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. Presentación

En este apartado se establece, de inicio, que la valoración del impacto ambiental se orienta, a las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, esta valoración del impacto ambiental parte de la obtención de información que permite identificar, describir y minimizar los impactos ambientales que podrían ocurrir por las etapas que el proyecto pretende.

Se describe, a lo largo de este apartado, la metodología utilizada para su determinación y estimación en el entendido de que los resultados y el análisis de los mismos son definidos cuantitativamente y cualitativamente.

La aplicación de las herramientas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad que se pretenda desarrollar.

La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental con base en datos numéricos con referencia espacial y temporal, lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.

- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En el marco de referencia anterior se presenta una valoración de los impactos ambientales que pudieran presentarse con motivo de la preparación construcción y operación del proyecto. La valoración mencionada parte del conocimiento del inventario de los elementos naturales y modificados, documentados para el área de influencia del proyecto a través de la utilización del SIG correspondiente. Lo anterior, en virtud de que dicha herramienta y método ofrecen una descripción del espacio, basada en la cuantificación del conjunto de los elementos ya mencionados, los cuales pudieran ser afectados por la obra pretendida; y con ello, proveer y aplicar, las medidas de prevención y mitigación necesarias y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

☐ Valoración de impactos ambientales estimados con métodos específicos de la relación *SIN PROYECTO* y *CON PROYECTO*.

El método que aquí se emplea corresponde al de una sola opción de trazo y basa la valoración del impacto ambiental en la dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación y a las unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial.
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.

Endemismos.

Según la importancia ambiental de tales criterios, cada una de las unidades será valorada del 1 al 10; a mayor coeficiente asignado, mayor importancia ambiental de la unidad.

De tal forma que considerando lo anterior, el cálculo para extraer el índice de impacto es el siguiente:

El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\Sigma\, S_u \cdot V}{S_e} \cdot 100$$

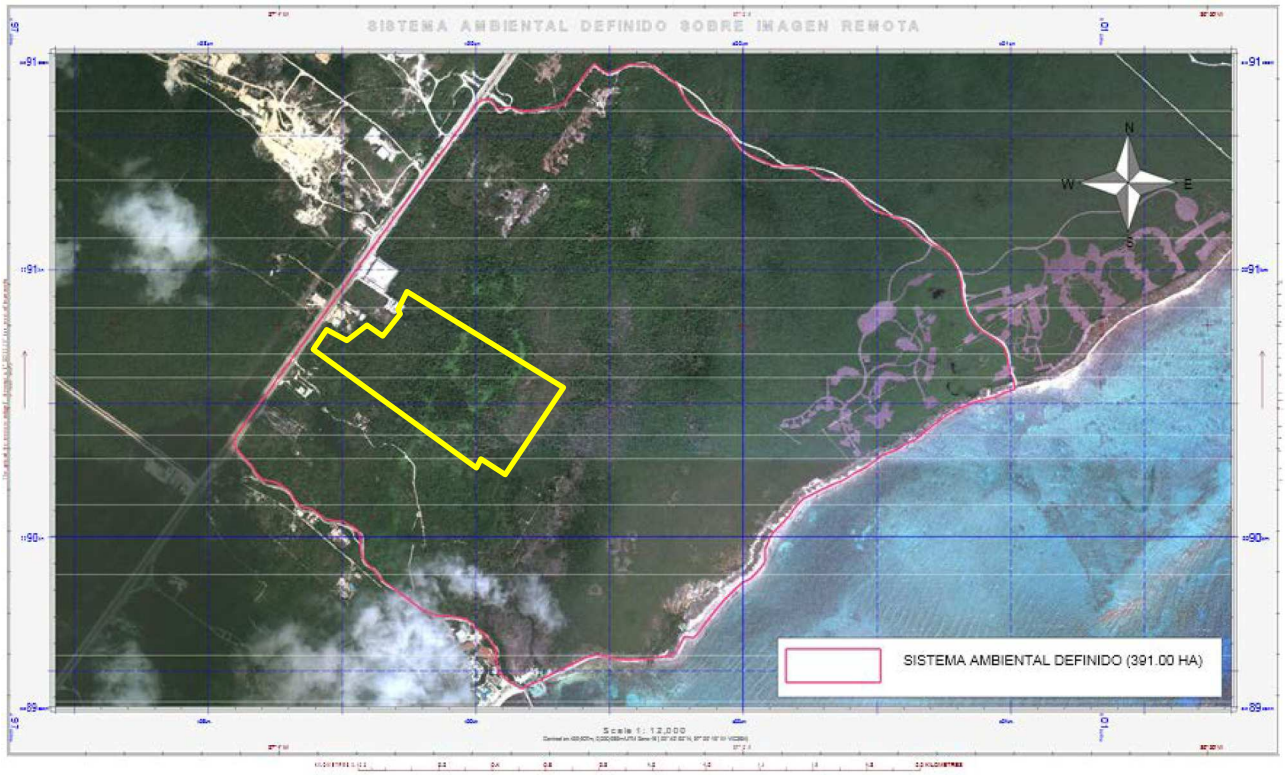
Dónde:

C_i= Índice de impacto
S_u = Superficie de las unidades a valorar.
V = Valor de conservación (ponderación).

S_e = Superficie equivalente de las Unidades de Paisaje consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las Unidades consideradas en la región geográfica estudiada, multiplicadas por su correspondiente grado de conservación.

El resultado del cálculo del índice se expresa en porcentaje y para su interpretación se deberá tomar en cuenta la situación SIN PROYECTO, a la cual corresponderá un valor del índice del 100%; de tal forma que al valor del índice SIN PROYECTO (100%), se le restará el resultado del valor del índice CON PROYECTO. Si las pérdidas de superficie resultantes son superiores a un 30% o próximas a un tercio del 100%, el trazo del proyecto será considerado como inadmisible, de tal forma que se deberá modificar radicalmente la propuesta.

Partiendo del inventario regional analizado en el capítulo VI se utiliza la escala de trabajo que implicó el estudio de 391 Ha a escala 1:2,000. El mapa mencionado se expone a continuación:



Bajo el marco de referencia anterior, sobre el impacto ambiental que se describe y se valora se expone lo siguiente:

Descripción: Conforme al espacio estudiado y en base a la cartografía digital generada a escala 1:12,000 se realizó un inventario de las Unidades de Paisaje para determinar las superficies ocupadas por ellas dentro del Sistema Ambiental definido corresponde a una superficie de 391 Ha.

En lo referente a la preparación, construcción y operación de un proyecto urbano sobre una superficie de aprovechamiento del 34.94%, la siguiente tabla resume las áreas de ocupación del

proyecto. Es decir, aquellas que consumirán suelo y recursos inventariados en el Sistema Ambiental.

Concepto	Superficie Ha	%
Áreas de aprovechamiento	12.49	34.94
Áreas de conservación	23.27	65.06
Total	**35.77**	**100**

Dado que bajo la regulación del uso de suelo la intervención es legalmente posible, entonces se continúa con la ponderación, por lo que se expone que por el aprovechamiento del espacio propuesto se afectan las siguientes superficies a nivel del predio de interés.

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE ORIGINAL	SUPERFICIE AFECTADA	SUPERFICIE REMANENTE
MANGLAR	251.79	0	251.79
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	50.39	4.49	45.94
SELVA BAJA DE TRANSICIÓN	45.52	8.00	38.20
SIN VEGETACIÓN	12.81	0	12.81
CUERPOS DE AGUA INTERIORES	10.55	0	10.55
VEGETACIÓN HALÓFITA COSTERA	9.22	0	9.22
BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO	6.91	0	6.91
CONSTRUCCIONES	3.02	0	3.02
VIALIDADES	0.79	0	0.79
TOTAL	**391.00**	**12.49**	**379.23**

Así, de las 35.77Ha de la superficie total del predio 12.49 Ha serán ocupadas por el proyecto y de las cuales únicamente se afectan recursos naturales en los espacios cubiertos por selva baja subcaducifolia y selva de transición manteniendo los sitios frágiles como los bajos inundables y el manglar fuera de cualquier intervención. De esta forma resulta que, dentro del predio, 23.27Ha son destinadas a la conservación destacando que se deja intacto el manglar.

Es orientado a estos límites de transformación del espacio que se valora el impacto ambiental de la obra propuesta.

Utilizando el SIG se exhibe, en el siguiente mapa, la ocupación del proyecto.

A continuación, se procede a realizar las ponderaciones con los datos del Sistema Ambiental:

CONDICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL SIN PROYECTO				
UNIDADES DE PAISAJE	**Superficie en Ha (Su)**	**Valor de Conservación (V)**	**Superficie Equivalente (Se)**	**Índice de impacto (Ci) SIN actuación**
MANGLAR	251.79	9	2,266.11	
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	50.39	7	352.73	
SELVA BAJA DE TRANSICIÓN	45.52	8	364.16	
SIN VEGETACIÓN	12.81	1	12.81	
CUERPOS DE AGUA INTERIORES	10.55	9	94.95	
VEGETACIÓN HALÓFITA COSTERA	9.22	9	82.98	
BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO	6.91	9	62.19	
CONSTRUCCIONES	3.02	1	3.02	
VIALIDADES	0.79	1	0.79	
TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE	**391.00**		**3,239.74**	
Ci= Sup de UP (valor conservación) X 100 / total				**100.00**

CONDICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL CON ACTUACIÓN						
UNIDADES DE PAISAJE	**Superficie (Ha)**	**Superficie Afectada (Ha)**	**Superficie Remanente**	**Valor de Conservación (V)**	**Superficie Equivalente (Se)**	**Índice de impacto (Ci) CON actuación**
MANGLAR	251.79	0	251.79	9	2,266.11	
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	50.39	4.49	45.87	7	321.09	
SELVA BAJA DE TRANSICIÓN	45.52	8.00	37.52	8	300.16	
CUERPOS DE AGUA INTERIORES	10.55	0	10.55	9	94.95	
VEGETACIÓN HALÓFITA COSTERA	9.22	0	9.22	9	82.98	
BAJOS INUNDABLES CON MANGLE ROJO	6.91	0	6.91	9	62.19	
CONSTRUCCIONES	3.02	0	3.02	1	3.02	
VIALIDADES	0.79	0	0.79	1	0.79	
TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE CON ACTUACIÓN	**391.00**	**12.49**			**3,131.29**	
TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE SIN ACTUACIÓN					**3,239.74**	
Ci= Sup de UP (valor conservación) X 100						**96.65**

DIFERENCIA DE COEFICIENTES DE IMPACTO (PÉRDIDA DE SUPERFICIE EQUIVALENTE)			
ÍNDICE DE IMPACTO (Ci) SIN ACTUACIÓN	**ÍNDICE DE IMPACTO (Ci) CON PROYECTO**	**DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN ACTUACIÓN**	**DIAGNÓSTICO**
100.00	**96.65**	**3.35**	**COMPATIBLE**

Como sólo existe una diferencia de coeficientes, a nivel del sistema ambiental, del 3.35% entre la situación sin actuación y con actuación se califica, el impacto así valorado, como Compatible. Lo anterior partiendo de que el resultado del cálculo del índice, expresado en % y para su interpretación, se ha de tener en cuenta la situación SIN PROYECTO, que debe ser del 100%; a esta condición sin proyecto se la resta el resultado de la estimación CON PROYECTO. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% serían, entonces, consideradas incompatibles.

EL resultado expresa, entonces, que por el desarrollo del proyecto suburbano que considera desarrollo residencial mixto en condominio y que se desplantará en un espacio compatible con los usos de suelo que le otorga el POEL-S respecto al espacio que ha de recibirlo. Así, el impacto ambiental del proyecto sobre el sistema ambiental estudiado resulta muy bajo y

compatible de acuerdo con la valoración realizada en el contexto del sistema sin y con proyecto.

DETERMINACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Adicionalmente al ejercicio anterior, se realizó la identificación de los efectos o alteraciones ambientales en los que el proyecto pudiera participar de manera directa e indirecta en el sistema ambiental. Esto se obtiene relacionando los factores ambientales que pueden ser afectados por las acciones que producirán los impactos.

El área donde el proyecto físicamente toma lugar con su entorno inmediato prevé una afección a los componentes de un ecosistema, de manera *directa e indirecta y regional*.

Se espera el siguiente comportamiento por componente:

Para el Componente Físico: los suelos, por la nivelación y por conformación de terracerías para la construcción de vialidades, equipamiento, y lotificación para las residencias; a la atmósfera por la emisión de polvos finos, humos, ruidos y por la manipulación de los materiales para la preparación del sitio y construcción. También por la operación y tránsito de la maquinaria y equipo, así como la presencia humana.

El agua superficial y subterránea puede ser afectada por escurrimiento incidental de aceites y sustancias producto de la maquinaria y equipos; por otro lado, el paisaje se verá alterado temporalmente por la presencia de obreros, la obra *per se* y la figura de objetos exógenos nuevos. De manera regional, o a nivel de la cuenca, se considera que no hay afección a este componente por el proyecto ya que, dada la vastedad, condiciones e incluso intervenciones humanas existentes éste se verá reducido considerablemente por atenuación y dilución.

Para el Componente Biótico: de manera directa durante el chapeo y desmonte se afectan flora y fauna debido a que estos componentes son coexistentes en la selva baja, y de manera indirecta sí se puede afectar el manglar colindante por dispersión de finos y mal manejo de los escurrimientos acuosos productos del proceso constructivo, dispersión de basura, o agitación de los sedimentos del fondo.

También, de manera indirecta, el ruido de la maquinaria, la presencia y la movilización humana pueden desplazar o espantar a la fauna que utiliza el espejo de agua. De manera regional, a nivel de cuenca del humedal, se considera que no hay afección a estos componentes dado que no se influye ni se afectan vegetación ni se restringe la movilidad de la fauna en el corredor de flora y fauna de Punta Bete a Punta Maroma. Como se ha indicado de inicio, el sitio se encuentra impactado previamente por lo que ya ha perdido sus características naturales.

Para el Componente Social, en el caso se interviene un espacio previamente programado para su uso que es compatible con el urbano dentro del marco legal aplicable, con una carga de habitantes previamente determinada lo que fortalece el espacio predial, con la propuesta del proyecto residencial. En lo referente al aspecto económico, la propuesta ofrece trabajo durante la preparación, construcción y operación del proyecto. De manera regional se experimentará la dinamización en la economía a consecuencia de la preparación construcción y operación del proyecto creándose puestos de trabajo.

En el marco teórico propuesto es la matriz de identificación de impactos ambientales potenciales la que resultará del cruce de información correspondiente entre acciones de la intervención y factores ambientales potencialmente afectados.

VI.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Los componentes y los factores posiblemente afectados de manera directa e indirecta por las obras y actividades del proyecto se indican en la siguiente matriz.

Actividades	Influencia directa (D) e indirecta (I) producida por el Proyecto.						
	COMPONENTES						
	Físic				Bióti		
	Paisaje Natural	Suelo	Aire	Agua	Flora	Fauna	Población Humana
Trazo de las áreas de desmonte y conservación	--	---	--	--	D	D	--
Marcado y rescate de flora	--	--	--	--	D	D	---
Ahuyentación y rescate de fauna	--	--	--	--		D	--
Desmonte y despalme del terreno	I	D	I	I	D	I	--
Transporte de materiales para construcción	I	--	--	--	--	--	R
Almacenamiento de materiales para la construcción	--	D e I	--	--	--	-	--
Construcción: terracerías, vialidades equipamientos, lotificación, PTAR	D e I	D	D e I	D e I	I	I	R
Transporte de Residuos	D e I	D	I	--	--	I	R
Operación y Servicios	D e I	D	I	I	I	I	R
Manejo de residuos sólidos	D e I	D	I	I	I	I	I
Manejo de Aguas de consumo y residuales	--	D	I	I	I	I	I
Manejo de áreas verdes y nativas	D e I	D	I		D	I	I
Agua: captación y suministro, remanencias	--	D	--	D e I	-		I
Energía: captación, distribución y usos	--	D	--	--	-	--	I

Directa = confinada al área puntual del proyecto (impactos al agua, suelo, flora, fauna).
Indirecta = impacto al área de influencia donde se perciben impactos indirectos: ruido, alteración al paisaje, olores, agu
contaminada, aire contaminado, etc.) Regional = se extiende fuera del área de influencia indirecta del proyecto

Determinación del Área de Sensibilidad.

Sobre la base de la información cartográfica de los componentes realizada y analizada a través de la caracterización ambiental expuesta y sus anexos, en esta sección se definen las áreas ecológicas vulnerables de acuerdo con el grado de sensibilidad para cada componente ambiental existente en el área estudiada. Las áreas analizadas incluyen: componente físico (geomorfología, suelos e hidrología, paisaje), componente biótico (flora y fauna), y componente socio-económico (cultural, económico y estructura territorial).

Los criterios a continuación muestran la sensibilidad de ciertos componentes físicos, bióticos y socioeconómicos es que serían afectados por la construcción y operación del proyecto que se pretende. La calificación se basa en tres categorías, las mismas que han sido establecidas dependiendo del grado de afectación o cambio resultante de los componentes antes mencionados al comparar el desarrollo actual de la zona relacionada con el proyecto.

De esta forma la sensibilidad puede ser:

- Sensibilidad alta. Aquellos componentes que registrarían amplios cambios.
- Sensibilidad media. Aquellos componentes que se verían afectados moderadamente.
- Sensibilidad baja. Aquellos componentes que presentarían pocos cambios.

La puntuación otorgada a cada componente está basada en la información ambiental, su análisis y resultados vertidos en el capítulo IV. La justificación de cada componente se presenta en la columna extrema derecha de las tablas siguientes que, por componente, se cita a continuación:

Sensibilidad Componente Físico

Tabla de Sensibilidad Componente Físico			
Criterio		**Sensibilidad**	**Justificación**
Geomorfología	Suelo y Perfil topográfico.	Media	El relieve y perfil serán modificados en la superficie de aprovechamiento que son los niveles más altos del terreno, donde se pretende la preparación y construcción del proyecto. Se considera que los componentes serán afectados moderadamente.
	Erosión, permeabilidad al suelo	Media	El área donde se pretende la preparación y construcción del proyecto cuenta con suelo rocoso en el área de intervención, no obstante, por el tipo de construcción y diseño del proyecto se dejan las áreas naturales permeables, el grado de erosión es bajo así como la permeabilidad del suelo alta ya que se deja el 66.45% del terreno como área permeable.

Hidrología	Fragmentación y flujo hidrológico	Baja	De acuerdo al diseño del proyecto, éste se trazó, dejando las escorrentías en superficie reconocida en los estudios indicados en el capítulo IV. Por lo anterior y considerando el diseño constructivo, el proyecto no influye negativamente sobre la integralidad del flujo hidrológico del manglar ni de su zona de influencia. La condición constructiva no representa una interferencia con el funcionamiento de la cuenca del humedal de Punta Bete Punta Maroma. Dadas las características hídricas del sistema, que es mucho más amplio que el espacio predial, se asegura la continuidad del flujo hidrológico superficial y subterráneo existentes y en las condiciones actuales.
	Calidad del agua superficial, del acuífero somero y del acuífero profundo	Media a baja	Se considera que la calidad del agua superficial y subterránea documentada no será modificada por las obras y actividades del proyecto. Por la preparación y construcción el mayor impacto a la calidad del agua pueden ser escurrimientos accidentales hacia el humedal y bajos inundables, por lo que se considera un cambio moderado y temporal. Considerando que para la operación del proyecto se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales con reutilización de efluentes para riego y lavado de áreas comunes. El cumplimiento de la normatividad está reguladas.
Paisaje	Efecto sobre el medio perceptual. Incidencia visual	Medio	El medio paisajístico, por las vistas que ofrece la zona de humedal, se considera media, y a nivel de predio es medio, en los primeros metros colindantes con la lavandería presenta malos olores y residuos líquidos vertidos y sólidos dispersos. No obstante, hacia el este se cuenta con vistas únicas de alto valor intrínseco dado por el paisaje que brindan el manglar y la selva. Durante la preparación y construcción del proyecto, las vistas serán disminuidas por la imagen que ofrecen las obras mismas pero que mejoran al insertar jardines y áreas forestadas con plantas nativas incluidas en un proyecto concordante con el medio el que en operación se integra al espacio paisajístico circundante por lo que se considera un cambio moderado.

Sensibilidad Componente Biótico

Tabla de Sensibilidad Componente Biótico			
Criterio		**Sensibilidad**	**Justificación**
Biótico	Flora	Alta	La selva baja subcaducifolia y la selva de transición serán parcialmente afectadas por desmonte y chapeo. No obstante, se dejan áreas nativas y se rescatan ejemplares. Se mantiene la totalidad áreas altamente sensibles como lo son la UP bajos inundables con mangle rojo y Manglar que se encuentra en la cuenca del humedal.
	Fauna	Media	El área donde se pretende la preparación y construcción del proyecto cuenta 9 especies identificadas y distribuidas en el hábitat que provee la selva mediana subcaducifolia y en la que no se identificaron especies legalmente protegidas, para el caso del hábitat que povee el estrato de transición se identificaron 6 especies de 6 familias de las que no se registró ninguna listada bajo categoría de riesgo y protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies de fauna comunes identificadas en los estratos son Dasiprocta punctata, Didelphys virginiana, Odocoileus virginianus, Nasua narica, Tayasu tajacu Sciurus yucatanensis entre otras frecuentes en la península de Yucatán. Para el caso de la fauna que ocupa los bajos inundables así como el manglar se consideran sin efecto ya que dichas unidades serán conservadas en su totalidad.
Especies protegidas	Conservación Flora	Alta	De la flora registrada, se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Coccothrinax readii, Thrinax radiata, Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa y Conocarpus erecta cuyos individuos y agregados que se distribuyen al interior de la propiedad serán protegidos y, en su caso, como las palmas rescatadas y conservados en su totalidad. El proyecto contará con un programa de manejo para garantizar su conservación y la reinserción de los individuos rescatados, por lo que presentará cambios positivos visibles.
	Conservación Fauna.	Baja	En virtud de que el proyecto se pretende sobre la selva baja subcaducifolia y selva de transición principalmente se considera que, a nivel local, habrá cambios en la fauna que habita el predio ya que los animales se retirarán hacia las porcione no intervenidas y colindancias. Lo anterior no ocurrirá

			para aquellas especies que usan la UP bajos inundables y manglar, pues sobre ellas el proyecto no incide.
Grado de Diversidad	Flora	Media	La afectación es moderada debido a que el área donde se construirá y operará el proyecto corresponde selva baja subcaducifolia con grado de dominancia de Bursera simaruba con y palmas como la chit y nacax, se desarrollan de manera dominante en el predio. La composición florística seguirá manteniéndose No obstante, el manglar presente el predio se conservará en su totalidad por lo que se considera que por las obras y actividades del proyecto que se pretende la afección a la flora es moderada.
	Fauna	Medio	El área donde se construirá y operará el proyecto cuenta con fauna silvestre, la cual será desplazada a sitios contiguos, el área de bajos inundables y del manglar dentro del predio se dejará en la condición en la que se encuentra. El predio cuenta con hábitat para la fauna como la zona de manglar, dichas áreas no pretenden ser intervenidas por las actividades propuestas.
Hábitat	Desarrollo y distribución de la flora.	Media	El proyecto ocurre en un área que presenta un hábitat para la flora silvestre. A nivel local y regional garantiza la permanencia de 23.97 Ha (el 65.06% de la propiedad) incluyendo la totalidad del manglar, así como áreas de selva baja subcaducifolia y selva baja de transición, presentes en el predio proponiendo su conservación y protección.
	Desarrollo y distribución de la fauna.	Media	Se trata de un sitio donde la presencia humana y sus actividades modificarán eventualmente el espacio a nivel de predio y región. El proyecto favorece la permanencia de los hábitats presentes y su conectividad para la fauna silvestre hacia la selva contigua y hacia la zona e humedal lo que determina la presencia y permanencia futura de fauna ya que se conserva la vegetación como recurso.

Sensibilidad Componente socioeconómica

Tabla de Sensibilidad Socioeconómica			
Criterio		**Sensibilidad**	**Justificación**
Economía y empleo	Ingresos familiares (Jornaleros, Técnicos, Especialistas)	Alta	Los ingresos de las familias con vínculos directos con la construcción y la zona urbana es notablemente superiores a los de las familias no vinculadas.
	Oportunidades de empleo directo (técnicos, especialistas, empleados, compra de suministros)	Media	La construcción y operación del proyecto crea oportunidades de empleo, directo a 200 personas e indirecto, a más de 1,800.
	Oportunidades de empleo indirecto (compra de materiales de construcción, en operación venta de insumos, servicios, promoción de agencias, transportistas, trasporte aéreo, comisionistas etc.)	Alta	La construcción y operación del proyecto fortalecerá las ofertas y oportunidades de empleo indirecto.
Aspectos culturales	Apreciación de la visita de locales y calidad de vida	Baja	El sitio es, por su ubicación, netamente urbano. La visita de locales no es vista como un elemento de impacto y no representa un elemento exógeno y participa en la calidad de vida de usuarios.
	Conocimiento del mundo exterior	Alta	Al poseer vínculos con el exterior el proyecto fortalece interés y conocimiento del área, y el potencial del desarrollo sustentable que una propuesta constructiva logra al integrase con el entorno.
Educación	Educación	Alta	A nivel regional existe relación entre la educación de la comunidad residente, que conserva 65% de áreas naturales, lo que promueve la educación de los habitantes y trabajadores bajo el conocimiento de la planeación.
Actividades de conservación	Actividades de conservación	Alta	El habitante contará con amplio potencial para actividades de conservación en el predio.
Planeación territorial	Urbanismo y medio ambiente	Alta	El sitio y la zona en particular se ajustan a las políticas y criterios ambientales del POEL-S. Bajo la regulación se determinaron usos de suelo viables y los parámetros y lineamientos urbanos

			dentro de un marco de conservación de los recursos naturales y sus procesos. Al acatar todas las disposiciones normativas el proyecto fortalece los instrumentos de gestión y se establece como congruente en el esquema de una ciudad que se expande.

VI.3. MÉTODO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La identificación de impactos se realizó en función del medio y los factores que acogen el proyecto dentro del sistema ambiental, entendido este sistema como receptor de las acciones necesarias para la ejecución de las fases de preparación, construcción y operación del proyecto.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impacto expresadas en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental y la suma ponderada de ellos para obtener así el impacto ambiental total una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas. De esta forma se determina la importancia de cada uno de los impactos identificados.

Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirían por las actividades del proyecto son presentadas en matrices simples donde se identifican las interacciones entre proyecto, medio ambiente infiriendo los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto. Estas matrices tienen las siguientes características generales:

1. Interacción existente entre las actividades del proyecto con los factores ambientales del medio ambiente (físico, biótico y socio-económico).

2. Valoración del impacto por medio de una matriz de impactos que sintetiza los efectos ambientales previstos en las condiciones reales estimadas del medio ambiente donde se ejecutará el proyecto. En este contexto, para la identificación, predicción y evaluación de impactos, se utilizó una matriz simple, permitiendo clasificar y comparar las diferentes áreas de estudio bajo una escala cuantitativa. Los indicadores están definidos según una escala ordinal que se les asigna valores entre 1 y 5. Estos valores asignados a los indicadores son relativos, no absolutos (*Villalba 1.993*).

Una vez definidas las interacciones ambientales y basadas en los criterios de evaluación utilizados en estudios ambientales realizados en el área del proyecto, el equipo interdisciplinario que desarrolla este proyecto evaluó los impactos potenciales para cada elemento del ambiente susceptible a modificaciones.

Matrices de Interacción.

Relaciona los distintos factores ambientales con las actividades del proyecto, sean estas interacciones positivas o negativas. Así mismo, durante la construcción y operación del proyecto tiene un conjunto de acciones propuestas. Para el conjunto del proyecto se han identificado las acciones principales, tal y como se presenta en las siguientes tablas:

Para la fase de preparación se han identificado las siguientes acciones.

Preparación	Trazo de las áreas de desmonte y conservación.
	Marcado y rescate de flora.
	Ahuyentación y rescate de fauna.
	Desmonte y despalme del terreno
	Circulación y funcionamiento de maquinaria.
	Triturado de vegetación y recuperación de suelo.
	Retiro de residuos vegetales.
	Mantenimiento de vivero.

Para la fase de construcción se han identificado las siguientes acciones.

Construcción	Presencia de trabajadores y afluencia vehicular.
	Transporte de materiales para construcción.
	Almacenamiento de materiales para la construcción.
	Circulación y funcionamiento de maquinaria y equipo
	Corte y conformación de terracerías y tazo de vialidades y lotes.
	Construcción de acceso vialidad caseta y oficina de ventas, equipamiento y PTAR.
	Instalaciones, hidráulicas, eléctricas, voz-datos, acabados y pintura.
	Instalación de andadores, arquitectura del paisaje, mejoramiento, forestación y jardinería.

Para la fase de operación y mantenimiento se han identificado las siguientes acciones.

Operación	Emisiones y vertidos.
	Producción y transporte de residuos sólidos.
	Captación y obtención de agua para consumo.
	Tratamiento de aguas residuales domésticas.
	Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas.
	Operación y servicios del condominio.
	Presencia de habitantes

Conforme lo antes expuesto, la matriz de interacciones clasifica el tipo de impacto entre las obras y actividades que se pretenden tanto en la fase de preparación y construcción como en la de operación y mantenimiento, el siguiente mosaico de interacciones muestra 96 interacciones entre los factores ambientales de los cuales 38 se clasifican como negativos y 58 como positivos.

MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE ACCIONES DEL PROYECTO Y FACTORES AMBIENTALES CON									
ACCIONES DEL PROYECTO		**FÍSICO**			**BIOLÓGICO**		**SOCIOECONÓMI**		
		Aire	**Suelo**	**Hidrología**	**Flora**	**Fauna**	**Paisaje**	**Empleo y materiales**	**y**
Construcción	Trazo de las áreas de desmonte y conservación				+			+	
	Marcado y rescate de flora				+			+	
	Ahuyentación y rescate de fauna					+		+	
	Desmonte y despalme del terreno	-	-	-	-	-	-	+	
	Circulación y funcionamiento de maquinaria	-	-	-	-	-	-	+	
	Triturado de vegetación y recuperación de suelo	+	+					+	
	Retiro de residuos vegetales.	-	-					+	
	Mantenimiento de vivero				+			+	
Construcción	Presencia de trabajadores y afluencia vehicular						-	+	
	Transporte de materiales para construcción.	-	-					+	
	Almacenamiento de materiales para la construcción.		-	-			+	+	
	Circulación y funcionamiento de	-	-	-			-	+	

	maquinaria y equipo								
	Corte y conformación de terracerías y tazo de vialidades y lotes	-	-	-	-		-	+	
	Construcción de acceso vialidad caseta y oficina de ventas, equipamiento, PTAR.	-	-	-			-	+	
	Instalaciones, tubería, alcantarillas hidráulica, plomería, acabados y pintura			+	+	+	+	+	
	Andadores, paisaje, forestación y jardinería.	+	+	+	+	+	+	+	
Operación y mantenimiento	Emisiones y vertidos.	-	-	-	-				
	Producción y transporte de residuos sólidos.		-	-				+	
	Captación y obtención de agua para consumo.			+				+	
	Tratamiento de aguas residuales domésticas.			+	+			+	
	Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas.		+	+	+	+	+	+	
	Operación y servicios del condominio.						+	+	
	Presencia de habitantes.						+	+	
TOTAL DE INTERACCIONES		**10**	**13**	**13**	**11**	**6**	**12**	**22**	

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Para el caso particular del proyecto que se presenta, para cada una de las actividades que se realizarán en las distintas etapas del proyecto, se describió la valoración de la importancia de cada uno de los impactos identificados.

Los impactos identificados se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, acumulación, periodicidad, extensión, reversibilidad, sinergia y persistencia, así como índice de incidencia.

Los valores de importancia de los impactos se obtienen en función de los criterios adoptados, así como del factor ambiental potencialmente receptor del impacto.

Los valores expresan signos negativos, cuando el impacto es considerado desfavorable, y positivos cuando el impacto es juzgado favorable. Del Valor de Importancia (IM) resultante de la evaluación cualitativa y cuantitativa se obtiene información que permite catalogar el impacto como: despreciable, moderado o severo.

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

$$IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Dónde:

Criterio	Descripción	Valores del criterio
I	Intensidad	(1) Baja (2) Media (4) Alta (8) Muy alta (12) Total
EX	Extensión	(1) Puntual (2) Parcial (4) Extenso (8) Total
SI	Sinergia	(1) No sinérgico (2) Sinérgico (4) Muy sinérgico

PE	Persistencia	(1) Fugaz (< 1 año) (2) Temporal (de años). (4) Permanente (> 10 años).
EF	Efecto	(4) Directo o primario (1) Indirecto o secundario
MO	Momento	(1) Largo plazo (2) Mediano Plazo (4) Corto Plazo
AC	Acumulación	(1) Simple (4) Acumulativo
MC	Recuperabilidad	(1) Recuperable de inmediato (2) Recuperable a mediano plazo (4) Mitigable (8) Irrecuperable
RV	Reversibilidad	(1) Corto plazo (2) Mediano plazo (4) Irreversible
PR	Periodicidad	(1) Irregular (2) Periódica (4) Continua

Uno de los criterios que proporciona información para clasificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados es, justamente, la importancia del efecto valorado. En dónde los impactos se clasificarán en despreciables, si es que el valor es menor o igual a 25; moderados si el valor es mayor a 25 y menor o igual a 50 y severos cuando el valor es mayor a 50 y menor a 75. La naturaleza del impacto, es decir si es benéfico o perjudicial, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Posteriormente, se procede a la valoración del impacto en función de la escala antes descrita, los resultados permiten la descripción de los impactos sobre cada factor potencialmente afectado.

De acuerdo a lo anterior se presentan la descripción y resultados, donde se incluye de forma robusta y objetiva la valoración de los impactos ambientales estimados sobre el factor ambiental por la construcción y operación del proyecto.

DESCRIPCIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.

De acuerdo a lo anterior se presentan, la valoración y descripción de los posibles impactos ambientales generados a la atmósfera, flora, fauna, y su hábitat, al suelo y el perfil topográfico, a la integralidad hidrológica del sistema, agua y su escorrentía por la construcción y operación del proyecto.

ATMOSFERA

Impacto ambiental causado a la calidad del aire y al confort sonoro por la preparación construcción y operación del proyecto.

Acción: Emisión de partículas por el funcionamiento de maquinaria, equipos grúas y tránsito de trabajadores, actividades de desmonte y despalme, materiales de construcción, corte y conformación de terracerías, construcción de vialidad, acceso, caseta, oficina PTAR, instalaciones, jardinería.

Causa-efecto: Provoca la disminución de la calidad del aire y aumento de sonidos en la zona.

Descripción del impacto: Uno de los efectos ambientales asociados a las obras y actividades propuestas es la disminución de la calidad del aire como consecuencia de la suspensión de partículas finas de polvo.

Las partículas en estado sólido, más comúnmente denominadas “polvo”, constituyen un agente modificador de la calidad del aire. Se trata de partículas sedimentables cuyo diámetro oscila entre 1 y 1000 m, que tienen su origen, principalmente, en los causado por el desmonte y movimientos de tierras, en el transporte de materiales y en la erosión eólica que se produce sobre terrenos que, a consecuencia de las obras que han de recibir, necesariamente deben quedar desprotegidos por la vegetación durante un corto periodo de tiempo.

Los efectos de estas partículas se centran principalmente en las molestias que originan a los vecinos del predio al producirse un ensuciamiento del entorno habitado y una disminución de la calidad del aire respirable. Por otro lado, estas partículas pueden depositarse sobre las hojas de las plantas provocando la oclusión de los estomas.

El confort sonoro se altera durante la construcción del proyecto de manera temporal. El medio existente presenta ruidos propios de las actividades urbanas que en su colindancia se desarrollan. El efecto del ruido que se produzca durante las acciones es de carácter temporal y desaparece al concluir las obras y actividades constructivas.

Es importante destacar que estos impactos al ambiente se consideran de efecto bajo, no periódico y serán dispersados por la atmósfera.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL A LA ATMÓSFERA		
Criterio	**1. Afección a la calidad del aire**	**2. Reducción del confort sonoro**
Signo	-1	-1
Intensidad	2	2
Extensión	2	2
Momento	2	2
Sinergia	2	2
Persistencia	1	1
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	1	1
Reversibilidad	1	1
Periodicidad	1	1
IM	**-20**	**-20**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**DESPRECIABLE**	**DESPRECIABLE**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Disminución de la calidad del aire como consecuencia de la emisión de gases y partículas diversas de diferente procedencia a la atmósfera. La afección al confort sonoro por el uso de maquinaria y presencia de trabajadores.

Indicador antes de la actuación:

Los indicadores corresponden a la condición existente en la zona la cual actualmente se encuentra en estado natural, los finos que son levantados y dispersados por el viento corresponden al paso de los vehículos y de la circulación en la carretera federal y las actividades de urbanas. Los ruidos existentes provienen de la actividad urbana que se desarrolla en las colindancias del Oeste.

Contexto

Al momento de la ejecución de las actividades para preparación del sitio y construcción del proyecto que fueron indicadas anteriormente, se provoca el incremento de la suspensión y concentración de finos en la atmósfera porque estos se producirán por las actividades de chapeo y desmonte, así como por la circulación y funcionamiento de maquinaria y en general por la construcción del proyecto en sus diferentes procesos de obra. Esta condición se verá ponderada por las medidas que se implementen en el sitio y las que estriban en realizar de manera paulatina el desmonte del predio, humedecer las áreas de trabajo, cubrir los materiales y obligar a una circulación baja. Estas labores serán temporales y, una vez concluidos la preparación del sitio y construcción disminuirá significativamente la emisión de finos humos y ruido a la atmósfera.

Durante el proceso de las actividades la operación del equipo y maquinaria inducirán, de manera intermitente, niveles de ruido ajenos al sitio. No obstante, no se espera que rebasen de los límites máximos permisibles para fuentes fijas (NOM-081-SEMARNAT-1994: 90 dB) y móviles (NOM-080- SEMARNAT 1994: 99 dB) por lo que el impacto ambiental será temporal y localizado en los sitios donde opere el equipo y al tránsito de vehículos.

En la etapa operativa se esperan ruidos emitidos por la afluencia de los habitantes del de la zona residencial y trabajadores, los que se verán ponderados por el funcionamiento y su acoplamiento con el entorno.

Para mitigar estos impactos se compromete el desmonte paulatino, uso de lonas y riego permanente de las áreas de trabajo y tránsito de vehículos lento. Los automotores y equipos de trabajo serán provistos de silenciadores por lo que, la baja sensibilidad del factor por las actividades de preparación y construcción es congruente con la valoración aportada del proyecto, por lo que la afección al aire resulto despreciable.

SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO.

Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, se producirá el impacto ambiental más importante y permanente a estos componentes, considerando por un lado la remoción del suelo y por otra la nivelación del terreno, necesario para la construcción del proyecto.

Impacto ambiental causado al suelo y perfil topográfico por vertimientos incidentales, nivelaciones y formación de plataformas y terracerías.

Acción: Preparación y construcción.

Causa-efecto: Vertimientos incidentales de sustancias contaminantes-cambios en las propiedades y calidad del suelo. Nivelación del espacio de construcción y formación de plataformas y terraplenes, eliminación de las propiedades naturales del suelo incluyendo la pérdida de la capa húmica, su permeabilidad y patrón natural de escorrentías.

Descripción del impacto: La construcción del proyecto requiere presencia humana, máquinas y equipo lo que se asocia a la existencia de grasas, lubricantes y combustibles, solventes entre otras sustancias cuyo derrame puede afectar las propiedades del suelo.

La presencia de gente se asocia a la generación de basura diversa.

Las actuaciones sobre las áreas de intervención previstas son nivelaciones, formación de plataformas, terraplenes y compactaciones con sascaab[3] que es un material exógeno por su origen más no por su composición química.

Estas superficies compactadas son las que habrán de sostener las vialidades, equipamiento, servicios y lotes. Se prevé este impacto ambiental permanente sobre 11.99 Ha. y sobre los espacios con mayor elevación del terreno.

El impacto sobre los suelos naturales es relevante porque éstos son:

1) Fuente y reservorio de nutrientes.
2) Medio de traslado de agua al acuífero.

2) Soporte de las plantas.
3) Base física para la ubicación de edificaciones e infraestructuras.
4) Depositario de recursos minerales y culturales.

Contexto: La flora forma parte de un proceso continuo de formación de suelos; la materia orgánica se descompone debido a las altas temperaturas y humedad. Por las características del sitio, el suelo del predio conforma un soporte para la flora silvestre que deriva en posibilidades y recursos para la fauna. El terreno, como se mencionó se encuentra ondulado con ambiente de selva baja en su máximo nivel de 8msnm, transición 2 msnm y manglar 0.06 msnm. El proyecto mantiene segmentos de selva baja subcaducifolia, selva de transición y la totalidad de la UP bajos inundables y manglar.

Uno de los efectos que conlleva la ejecución de las construcciones es la modificación del relieve en el ámbito de actuación. El desarrollo del proyecto modifica parcialmente la terraza sobre la cual se pretenden las edificaciones; sin embargo, por su diseño no afecta, el patrón de escorrentías superficiales ni la dirección del flujo, la siguiente imagen muestra como el proyecto se integra dejando los escurrimientos más importantes y colocando tuberías hidráulicas en aquellas áreas en el que se interpone el trazo con el escurrimiento bajo los siguientes criterios fundamentales:

DEBEN DE PERMITIR:

- El paso de todos los organismos acuáticos para mantener la diversidad en conectividad
- El paso del agua + organismos + materiales

NO DEBEN DE ADMITIR:

- El bloqueo al agua o a la fauna silvestre.
- No deberán de presentar saltos hidráulicos a la entrada y salida.

[3] El Sascaab o saskab es un nombre común para el carbonato calcio. Este material contiene un alto porcentaje de calcita, de materiales tríticos, como cuarzo o arcilla.

No deberán de acelerar la velocidad del agua al interior del paso. No deberán de causar turbulencia.

El paso de agua, para asegurar su integración ambiental debe de ser, forzosamente, más ancho que el cauce natural adyacente y deberá de tener un lecho natural estable en su interior a efecto de mantener la conectividad del escurrimiento que protege y evitar la aceleración del flujo y la consecuente erosión hídrica.

Para el caso en particular, el perfil topográfico no será modificado significativamente, toda vez que el proyecto mantiene la cota promedio por arriba de los 2.5 msnm conservando una pendiente hacia el humedal que va de los 11 a los 5.6°. Las nivelaciones serán puntuales para la realización de los basamentos de las construcciones.

Por otra parte, las vialidades tendrán una pendiente ligera de tal suerte que la lluvia que sobre ellas caiga será desaguada hacia las porciones laterales y al terreno natural por lo que se mantienen los escurrimientos pluviales. En caso de que se requieran bocas de tormenta éstas deberán de justificarse y solicitarse posteriormente.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO			
Criterio	**1. Contaminación del suelo por vertimientos incidentales de sustancias contaminantes.**	**2. Cambios en las propiedades del suelo por nivelación y compactación del terreno.**	**3. Alteración del perfil topográfico por formación de plataformas.**
Signo	-1	-1	-1
Intensidad	1	4	2
Extensión	1	1	1
Momento	4	4	4
Sinergia	2	1	1
Persistencia	1	1	1
Efecto	1	4	4
Acumulación	1	4	4
Recuperabilidad	1	2	2
Reversibilidad	1	2	2
Periodicidad	1	4	4
IM	**-17**	**-36**	**-30**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**DESPRECIABLE**	**MODERADO**	**MODERADO**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Las actuaciones en el predio no provocarán cambios en las propiedades actuales del suelo en 23.97 de 35.77 Ha.

Indicador antes del proyecto:

El indicador es la cantidad de suelo natural disponible en el terreno.

El proyecto mide 35.77 Ha, el terreno se mantiene en estado natural en 23.25 Ha, en el que se desarrolla selva baja subcaducifolia, selva de transición, bajos inundables y manglar. De éstas el proyecto se diseñó privilegiando el 65.06% de áreas de conservación y sólo modificará el 34.94% únicamente en el área de la selva baja y selva de transición.

Contexto:

Para estudiar los impactos ambientales sobre los sistemas naturales es necesario ponderar el valor y propiedades del ecosistema existente contra el que se mantendrá después de la actuación.

El proyecto que se evalúa requiere de 10.03 Has de suelo que será modificado durante la etapa de preparación de sitio, construcción y operación.

Esta condición indisociable de la obra implica la modificación permanente de las propiedades naturales del suelo y del carácter topográfico debido a la nivelación, compactación y formación de plataformas y terraplenes puntuales.

1. El sitio del proyecto cuenta con depósitos dispersos de residuos como vidrio, plásticos y basura en general. También se presentan vertimientos líquidos.

Durante la fase de preparación y construcción se considera posible la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos. Sin embargo, se proponen las medidas de control para este tipo de imprevistos o contingencias ambientales las cuales están fundamentadas en la adquisición de materiales de contención y recuperación de materiales líquidos, mismos que se encontrarán colocados en sitios estratégicos del predio y la obra, así como la contratación de maquinaria nueva o en perfectas condiciones mecánicas y al día en su mantenimiento.

Por lo anterior el impacto fue valorado como sinérgico de acumulación y efecto simple con medidas de mitigación por lo que resultó Moderado.

2 y 3 Como se indicó en el capítulo IV, la caracterización del predio está determinada por cinco Unidades de Paisaje (UP) que se presentan sobre un relieve topográfico relativamente plano con pendiente que va de mayor a menor en dirección oeste-este. Sobre la terraza costera es donde se presenta la altitud mayor (8 msnmm) con ondulaciones ligeras entre los 6 y 8 msnmm. La terraza costera se prolonga de forma irregular alcanzando, en el primer tercio del terreno, elevaciones que van entre los 2 y 3 msnmm y, finalmente en un suave declive se alcanzan las porciones más bajas de la propiedad que fluctúan entre 1 y 0.6 msnmm. En este segmento ocurren elevaciones aisladas que van de los 1.5 a los 2.0 msnmm. El suelo es calcárico al cual lo cubren, a nivel de la terraza costera, vegetación de selva baja subcaducifolia, con zapote y chacah (*Manilkara zapota* y *Bursera simaruba*) y selva de transición con presencia de bejucos como *Arrabidaea floribunda* mismos que se delimitan por las cotas +1 y + 2.5 msnmm en el seno de las cuales se presenta un suelo de tipo lacustre que se define, en términos florísticos por la presencia de sulub (*Bravaisia tubiflora).* Finalmente, al extremo oeste del terreno se encuentra una topografía suave y predominantemente plana con suelo de tipo *solonchak* en el cual prospera el manglar (*Rhizophora mangle*).

Dentro del espacio que se pretende modificar, el suelo es de tipo calcárico, con vegetación de selva baja subcaducifolia y selva de transición, son suelos poco profundos y evolucionados con un perfil húmico escaso rellenando oquedades, su espesor no pasa de 50 cm, no son favorables para la agricultura en general, tan es así que los árboles que crecen en el sitio exponen sus raíces por la falta de profundidad del suelo fértil.

Por lo anterior, la magnitud del impacto va a depender del porcentaje de suelo a utilizar, relacionado con la calidad ambiental de sitio y de los usos permitidos por el POEL-S, que permite

el uso suburbano, por lo que la cantidad de suelo calcárico disponible, a nivel región, supone escasa variación por la presencia del proyecto considerando que es este suelo el predominante en la península de Yucatán.

En lo referente al suelo húmico éste se recuperará de acuerdo con lo indicado en el Programa de rescate de vegetación que se anexa. Por lo que existen medidas correctoras de impacto para este aspecto durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto a efecto de asegurar que las áreas de afectación al suelo no serán rebasadas por el proceso de la obra. En ese tenor, sí se afectaría al factor pero en el contexto del territorio la reducción por consumo de suelo reduce concluyentemente y resulta, así, un impacto Moderado.

Las medidas serán el uso de un sistema de delimitación de áreas de trabajo y de conservación a través de mallas plásticas y la continua supervisión de áreas de trabajo a través del análisis de superficies, fotografías y de levantamientos en campo.

El impacto al componente suelo, por movimiento de materiales durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, será parcialmente mitigado si se toma en cuenta que por un lado el despalme será utilizado para nivelar zonas que así lo requieran, así como la recuperación de tierra, hasta alcanzar un espesor de 0.30 m. La tierra vegetal así obtenida, evita la afectación de nuevas áreas dentro o fuera del predio. El resto del volumen de tierra y material requerido para el proyecto será obtenido en casas comerciales o sitios autorizados.

El perfil topográfico será modificado suavizando los desniveles topográficos, toda vez que el proyecto pretende mantener la cota promedio de 4 m en su plataforma, y una pendiente de 11º por lo que se conservan los escurrimientos pluviales de manera natural al mismo tiempo que serán conducidos aprovechando la pendiente e inclinación de viales.

El desarrollo del proyecto deberá lograr una relación muy estrecha con el sitio, para lo cual se trata de incorporar al máximo los desniveles del terreno ya que serán de utilidad para los desagües pluviales naturales y los que serán dirigidos a las porciones bajas por cauces naturales. Se evitan, por lo pronto, los pozos de absorción y bocas de tormenta considerando únicamente su realización en caso de que resulten absolutamente necesarios y en puntos específicos.

Las modificaciones topográficas ocurrirán únicamente sobre las plataformas que soportarán las vialidades, y equipamiento y lotes residenciales.

Los cambios en el relieve topográfico son permanentes pero compatibles con el territorio y el uso urbano suburbano y comercial que se le ha otorgado mediante el POEL-S. Cuando la obra esté concluida se integrará con el entorno, por lo que el impacto que se pueda causar se considera moderado.

Por lo antes expuesto, al haber diseñado el proyecto en concordancia con la comprensión topográfica se logra mantener el suave desnivel natural del terreno con el plan maestro integrado. Se recupera el material húmico para formar suelos, se previenen los procesos erosivos y se mantienen pendientes de desagüe pluvial dirigidas hacia la cuenca del humedal. En las intersecciones vialidad-escorrentía se colocan pasos de agua que, por su diseño, evitan la aceleración del agua y el consecuente arrastre de terrígenos a la cuenca del humedal.

La mediana sensibilidad del factor provocada por el proyecto es reforzada con la valoración resultante con un impacto negativo **DESPRECIABLE** y otros dos de intensidad baja, de extensión puntual, sinérgicos, de persistencia fugaz y carácter permanente, de acumulación simple, mitigable, reversible e irreversible y de periodicidad continua, por lo que el impacto resultó positivo **MODERADO.**

AGUA E HIDROLOGÍA

Impacto ambiental causado a la calidad del agua, aumento de la velocidad de escorrentía, erosión y producción de sedimentos, disponibilidad de agua y fragmentación hidrológica.

Acción: Preparación, construcción y operación. Circulación de maquinaria y manejo de equipo, proceso constructivo, formación de plataformas y vialidades, almacén y manejo de materiales, presencia de trabajadores, producción y transporte de residuos, tratamiento de aguas residuales, captación y transformación de agua para uso.

Causa-efecto: Vertimientos accidentales de sustancias contaminantes que provoquen cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. Estos escenarios pueden afectar a la vegetación de selva baja subcaducifolia, selva de transición, bajos inundables y manglar en su fase radicular y al suelo involucrando procesos pedogénicos, microflora y fauna. Aumento de la velocidad de escorrentía, erosión y producción de sedimentos.

Descripción: Durante las intervenciones relativas a la construcción del proyecto pueden derramarse accidentalmente líquidos con cargas contaminantes derivados de la circulación de maquinaria y manejo de equipo; los sedimentos pueden provenir del proceso constructivo y conformación de plataformas, terracerías y obras. La presencia de trabajadores y el manejo incorrecto de materiales generarán residuos sólidos y líquidos, pudiendo provocar afectaciones a las aguas superficiales del humedal y por infiltración o por arrastre vertical incidental al acuífero somero.

En cuanto a la fragmentación hidrológica, el proyecto no se desarrolla en el área del manglar ni en los bajos inundables por lo que la minimización de este impacto ambiental negativo partió e inició con el diseño del plan maestro el cual, por su alcance espacial y dimensiones, no fragmenta el patrón hidrológico del sistema en el que se inserta el proyecto ya que considera la manutención de las escorrentías principales.

La conservación propuesta de manera integral previene la disminución de la erosión hídrica y eólica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua.

Durante las obras y actividades pueden ocurrir vertidos accidentales de sólidos y líquidos que pueden provocar cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial del humedal colindante. El análisis realizado establece que en la superficie del terreno sobre el cual se plantean la preparación, construcción y operación del proyecto sí existen escorrentías en superficie las cuales forman parte de la conservación propuesta por el proyecto permitiendo el transporte natural del agua pluvial hacia el manglar. Cabe señalar que parte del diseño propone pasos entre las vialidades que permita la continuidad de aquellos escurrimientos identificados, por lo que el proceso de construcción no fragmentará el régimen hidrológico ni modificará la calidad del agua ya que los pasos de agua serán más anchos que el cauce natural adyacente y tendrán

un lecho natural estable en su interior a efecto de mantener la conectividad del escurrimiento, sin saltos hidráulicos, y evitar la aceleración del flujo y la consecuente erosión hídrica.
Para el Sistema Punta Bete-Punta Maroma, donde se encuentra el terreno objeto del proyecto analizado, se tiene que el flujo del agua subterránea ocurre a través de estructuras geológicas cársticas cuyas condiciones permiten el paso del agua siendo éste, principalmente, en dirección noreste hacia la línea de costa y una más al noroeste que descarga hacia el sur con evidencias reales de ojos de agua o manantiales (SEMARNAT 2006).

Lo anterior implica que las obras y actividades concebidas para el desarrollo de este proyecto, cuya totalidad ocurre en superficie, no afectan el flujo subterráneo identificado.

Así, no se consideran afecciones a las escorrentías superficiales, no se incide sobre los flujos subterráneos, no se prevé erosión ni producción de sedimentos y, al contrario, se promueve de manera directa la conservación del 65.06% del terreno lo que permiten minimizar dichos impactos.

Lo anterior es particularmente relevante en virtud de que las obras y actividades que se plantean no implican, en términos geohidrológicos, afectación alguna a la integralidad del flujo hidrológico del manglar existente en el predio o colindante a éste, por lo que tampoco puede representar una interferencia con el funcionamiento de la cuenca del humedal de punta Bete Punta Maroma. Tampoco representa posibilidad de afección sobre la zona de influencia del humedal con respecto a la selva que se encuentra al oeste del predio dado que ese límite lo establece la carretera, que es claramente una barrera hidrológica carente de pasos de agua.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR HIDROLÓGICO			
Criterio	**1. Contaminación al agua superficial y acuífero somero por residuos sólidos líquidos y peligrosos.**	**2. Aumento de la escorrentía, erosión y producción de sedimentos, por procesos constructivos.**	**3. Alteración al acuífero por extracción y vertimiento de agua**
Signo	-1	-1	-1
Intensidad	1	1	1
Extensión	1	1	1
Momento	4	4	4
Sinergia	1	2	2
Persistencia	1	1	1
Efecto	1	1	4
Acumulación	1	1	4
Recuperabilidad	1	1	2

Reversibilidad	1	1	2
Periodicidad	1	1	2
IM	**-17**	**-17**	**-26**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**DESPRECIABLE**	**DESPRECIABLE**	**MODERADO**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Las obras y actividades que se pretenden pueden provocar cambios en las propiedades actuales del agua superficial, del acuífero somero y del acuífero profundo, así como provocar fragmentación al flujo hidrológico.

Indicador antes del proyecto:

Los indicadores son los resultados de la calidad del agua realizados y las condiciones preexistentes indicadas en el estudio geohidrológico.

Contexto:
Durante las obras y actividades se estima que la por la preparación del sitio, circulación de maquinaria y manejo de equipo, el proceso constructivo, conformación de terracerías cortes y nivelación topográfica y la construcción de viales equipamiento y lotificación, se producirán residuos sólidos y líquidos. Estos vertimientos accidentales de contaminantes pueden provocar cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero, producido por sustancias utilizadas en el proceso de construcción, así como por escurrimientos hacia el humedal por el desarrollo general del proyecto.

La circulación de maquinaria y manejo de equipo, almacén y manejo de materiales, el posible derrame accidental de residuos líquidos, peligrosos y no peligrosos a causa de fallas en el control de las nodrizas que dotan combustible y lubricantes a la maquinaria o bien a causa de descomposturas instantáneas de máquinas como ruptura de mangueras del sistema hidráulico, deriva en derrames de aceites de manera incidental.

La presencia de 200 trabajadores en obra generará residuos biológicos que, en caso de no ser contenidos, pueden afectar las vías de escurrimiento superficial y, con ello, el agua del freático somero. Este impacto puede ser mitigado mediante el uso de sanitarios con biodigestor en el frente de trabajo o con letrinas portátiles tipo sanirent.

Dicho impacto puede prevenirse con medidas adecuadas y manejo de residuos que minimicen el impacto que se pueda causar a la calidad del agua y a sus consecuentes componentes. La maquinaria y equipos deberán estar en óptimas condiciones para su operación, los materiales deberán ser almacenados adecuadamente y las aguas de desechos biológicos deberán ser captadas en letrinas temporales dotados con un biodigestor bajo mantenimiento permanente o bien en letrinas portátiles.

En seguimiento a lo anterior, se considera que por la operación de la planta de tratamiento de

aguas servidas y la disposición de excedentes a pozo profundo no se rebasarán los límites permisibles de la reglamentación en materia de aguas. Se mantendrá un pozo de monitoreo que permitirá evidenciar los parámetros físicoquímicos del agua y establecer su cumplimiento.

Las anteriores causas y efectos ocurren de manera indirecta hacia el factor, se consideran como afectación mínima con ocurrencia posible durante la preparación y construcción, los posibles vertidos pueden ser absorbidos de manera natural en un año, la contaminación por escurrimientos accidentales se considera de acumulación simple, sinérgica; el efecto accidental es impredecible por lo que resulta discontinuo, al introducir medidas de contención y recobro de materiales líquidos la afectación resulta recuperable, por lo que el impacto por procesos constructivos y contaminación por residuos sólidos y líquidos resultó negativo **DESPRECIABLE**.

Durante el proceso operativo se considera una afección mínima debido a que la acción es un impacto localizado de momento corto, sinérgico y acumulativo, pero que, al ocurrir en el acuífero profundo, no conlleva afectaciones a la biota. Su efecto es directo, recuperable y reversible a mediano plazo. Se implementan monitoreos como medida preventiva. Dado que el agua que se inyecta es tratada no se prevén daños a las formaciones geológicas profundas. Corresponde a un impacto ambiental regulado por las Normas Oficiales

Mexicanas NOM-SEMARNAT-001-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. Por lo anterior el impacto resultó negativo **MODERADO.**

FLORA

Impacto ambiental causado a la vegetación, por los procesos de preparación construcción y operación del proyecto.

Acción: La influencia del impacto a la flora es directa durante el proceso de preparación del sito y de manera indirecta durante el proceso constructivo y directo en la etapa de operación y mantenimiento.

Causa-efecto: Se afecta vegetación de selva por chapeo y despalme de las áreas de aprovechamiento del proyecto; durante el proceso constructivo se provoca afección indirecta a las áreas delimitadas como conservación por mal manejo de los polvos finos y escurrimientos accidentales de residuos al agua. El efecto durante la operación del proyecto es directo por manejo de áreas conservadas.

Descripción del impacto: La vegetación es uno de los principales indicadores ambientales como productor primario. Es el reflejo de las condiciones climáticas y de suelo siendo soporte de la fauna a la que provee de energía en forma de frutos, hojas, semillas, raíces, y cortezas a las diferentes especies de fauna silvestre.

Las principales características de un sitio con vegetación es la presencia de especies de flora silvestres que guarden la unicidad, diversidad y permitan la continuidad de los procesos naturales y, por ende, su funcionalidad e integridad.

En el predio existen cuatro Unidades de Paisaje: selva baja subcaduifolia (5.51 Ha), selva baja de

transición (13.24 ha), bajos inundables con mangle rojo (3.43), manglar (13.59 Ha).

La porción Oeste del predio se caracteriza por selva baja subcaducifolia, con 27 especies sobresalen *Vitex gaumeri, Bursera simaruba y Piscidia piscipula*, con diámetros que van desde los 10 cm hasta los 25 cm los fustes más gruesos, con alturas totales de hasta más de 9 m, con dominancia de *Bursera simaruba que alcanzó el 33%,* la selva no es muy densa más bien se caracteriza por individuos jóvenes.

Hacia el centro encontramos el estrato de transición con el mayor número de especies con 23 especies de arbóreos 11 de herbáceo 1 vascular y 3 epifita, las especies dominantes es *Thrinax radiata*, seguida de *Sabal yapa* y algunas Moraceae y chicozapote.

La unidad de bajos inundables hacia el este después de la transición predomina una gran extensión de sulub (*Bravaisia tubiflora),* con una densidad de 30 ind/m^2, con elementos aislados de palmas y mangle rojo y banco.

Al Este del predio encontramos la unidad del humedal con dominancia de mangle rojo, 10ind/m^2, con alturas promedio de 1.5, mezclado con mangle botoncillo en las partes más altas formando parches dispersos y el mangle blanco en bosquetes dispersos.

Las especies que se encuentran **listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, son *Coccothrinax readii (palma Nakas), Thrinax radiata (Palma Chit), Rhizophora mangle (Mangle rojo), Laguncularia racemosa (Mangle blanco), y Conocarpus erecta (Mangle botoncillo)* cuyos individuos y agregados que se distribuyen al interior de la propiedad serán protegidos. *Avicennia germinans* (Mangle Negro)

Las ventajas del proyecto es que al estudiar las unidades consideró la sensibilidad del especio zonificando y el plan maestro fue modificado para ocupar sólo aquellas áreas en el que el impacto se puede minimizar; en las áreas consideradas altamente sensibles se conserva la totalidad del espacio, tal es el caso de las unidades bajos inundables y manglar.

Los impactos ambientales a la flora que puedan ocurrir durante la preparación del sitio es directa y por la construcción son indirectos.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR FLORA			
Criterio	1. Afección a la vegetación por el desmonte	**2. Conservación y rescate de flora**	**3. Afección al hábitat por el desmonte**
Signo	-1	1	-1
Intensidad	4	4	2
Extensión	1	8	1
Momento	4	4	4
Sinergia	2	4	1
Persistencia	4	4	2

Efecto	4	4	1
Acumulación	1	4	1
Recuperabilidad	4	1	4
Reversibilidad	4	1	2
Periodicidad	4	4	2
IM	**-41**	**54**	**-25**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**MODERADO**	**SEVERO**	**DESPRECIABLE**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Afectación directa a la vegetación de selva baja subcaducifolia y selva de transición. No intervención por obra en manglar ni en bajos inundables.

Indicador antes del proyecto: Cobertura de vegetación existente en el predio antes y después de llevarse a cabo la intervención.

Contexto:

El impacto ambiental que se pueda causar a la flora por los procesos de la preparación del sitio es directo y por la construcción son de forma indirecta, toda vez que, aunque no se incide sobre el manglar la obra se encontrará cercana a este.

Los impactos de pérdida de cubierta vegetal en el 33% del predio corresponden a la unidad de selva baja subcaducifolia y selva de transición, y de las que deja bajo conservación 1.61 Ha (40%) y 5.32 (29%) respectivamente a cada unidad, se aclara que el impacto causado a la flora se considera un impacto regulado por los usos a que otorga la UGA 17 del POEL-S, aplicable al predio del proyecto.

La ventaja del proyecto es que, al estudiar las unidades de paisaje, consideró la sensibilidad del especio zonificando y por tanto se utilizan sólo aquellas áreas en el que el impacto se puede minimizar; en las áreas consideradas altamente sensibles se conserva el 100% las UP que son: bajos inundables y manglar.

La siguiente imagen muestra la ocupación del proyecto, misma que permite definir la sensibilidad adquirida por el proyecto en correspondencia con el predio:

De la porción Oeste del predio se afecta principalmente especies de las que sobresalen *Vitex gaumeri, Bursera simaruba y Piscidia piscipula*, con diámetros que van desde los 10 cm hasta los 25 cm los fustes más gruesos, con alturas totales de hasta más de 9 m, con dominancia de *Bursera simaruba que alcanzó el 33%,* la selva no es muy densa más bien se caracteriza por individuos jóvenes, en el estrato de transición se afecta mayor número de especies arbóreos, herbáceo principalmente, las especies dominantes es *Thrinax radiata*, seguida de *Sabal yapa* y algunas Moraceas comunes y chicozapote.

Previo a la intervención se contemplan medidas de mitigación correspondientes a la delimitación de las áreas a intervenir, con el fin de ejecutar el rescate intensivo procurando dejar si no afecta el área de trazado y beneficia camellones y zonas de jardín aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los ejemplares recatados serán mantenidos en vivero y reintroducidas en zonas jardinadas del proyecto. Lo antes en concordancia con los criterios aplicables CG02, CG05, CG85 del POEL.

El impacto causado al hábitat por la pérdida de vegetación se considera que por las características provocan que no sea un área de hábitat prístino para especies silvestres, especialmente sensibles a las perturbaciones dentro de las cuales se encuentran las especies amenazadas o vulnerables, por lo que se consideró de sensibilidad baja, no obstante se cuenta con el 65.06% del hábitat disponible en el interior del predio aunado a que en las colindancias por guardar la unicidad, con el hábitat presente en el predio permite la contigüidad de los procesos.

El diseño del proyecto consideró como medida primordial la conservación de los bajos inundables y el manglar el que abarca el 47% del predio, por lo que se guardan la unicidad, diversidad que permite la continuidad de los procesos naturales y, por ende, su funcionalidad e integridad. El

trazo del proyecto favorece el 19.3% del predio de la selva baja subcaducifolia y de transición, los que funcionarán como pasos de fauna entre el predio y las áreas colindantes.

Durante la ejecución de las etapas se plantean programas que incluyen el rescate, manejo de la flora, difusión ambiental, manejo de residuos de residuos, sólidos líquidos y peligrosos y de arborización y jardinado, los que previenen, minimizan los posibles impactos que se puedan causar a la flora y al hábitat por procesos tránsito de maquinaria y equipos, así como de las actividades derivadas de los procesos constructivos.

En términos de la vegetación el impacto así valorado resultó de intensidad alta de extensión parcial, el que se manifiesta en términos de 1 a 3 años, sinérgico porque afecta otros factores, como el hábitat para la fauna; de persistencia temporal de efecto directo acumulativo porque se prolonga a través del tiempo, con aplicación de medidas, por la recuperación de vegetación, de efecto irreversible porque se operara un condominio residencial y se mantiene constante en el tiempo por lo que el impacto se clasificó como negativo **MODERADO**.

Por lo anterior se considera que el impacto negativo que pueda ser causado al hábitat es poco significativo, indirecto, de afectación mínima debido a que se consideran medidas preventivas, el efecto es localizado, de momento corto, reversible, simple y discontinuo de baja intensidad por lo que se resultó negativo **DESPRECIABLE**.

Para el caso de la conservación y rescate de ejemplares singulares, el impacto resultó positivo de magnitud, perceptible a corto plazo, muy sinérgico por que se conservan procesos y se unifica el sistema, que permanece en el tiempo con aplicación de medidas de desempeño durante las diferentes etapas del proyecto por lo que el impacto se clasificó como positivo **SEVERO**.

FAUNA

Impacto ambiental causado a la fauna por reducción de hábitat derivado de la eliminación de vegetación.

Acción: Las actividades del proyecto que afectarían a la fauna serían de manera indirecta la preparación del sitio y por los procesos constructivos, derivado de la operación de equipos y maquinaria y mal manejo de materiales y la presencia humana.

Causa-efecto: La fauna se desplaza producto de las actividades del retiro de vegetación y, por ende, reducción del hábitat disponible. Afección directa a fauna legalmente protegida registrada en el sitio.

Descripción del impacto: El hábitat del predio proporciona alimento, refugio y cobertura a un ensamble faunístico que ocupa las unidades de selva baja subcaducifolia y de transición.

Para la preparación del sitio y consecuente construcción es indispensable retirar el 34.94 % de la vegetación. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por 9 especies identificadas y distribuidas en el hábitat que provee la selva mediana subcaducifolia y en la que no se identificaron especies protegidas, para el caso del hábitat que provee el estrato de transición se identificaron 6 especies de 6 familias de las que no se registró ninguna listada bajo algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies de fauna comunes

identificadas en los estratos son *Dasiprocta punctata, Didelphys virginiana, Odocoileus virginianus, Nasua narica, Tayasu tajacu y Sciurus yucatanensis* etre otras de amplia distribución.

Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utilizan el hábitat migre hacia la selva colindante, así mismo con implementación de medidas como ahuyentación y rescate durante la construcción del proyecto se espera que el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera los espacios vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR FAUNA		
Criterio	**1. Eliminación de fauna y migración**	**2. Reducción de hábitat**
Signo	-1	-1
Intensidad	2	2
Extensión	1	1
Momento	4	4
Sinergia	1	2
Persistencia	2	2
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	4	4
Reversibilidad	2	2
Periodicidad	2	2
IM	**-25**	**-26**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**MODERADO**	**MODERADO**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR:

Los procesos de preparación y construcción implican la migración de fauna producto de la intervención y pérdida de hábitat por la eliminación del 33% de vegetación del predio.

Indicadores antes y después de la actuación:

El indicador es la diversidad de especies y familias que usan el hábitat que provee la selva baja mediana y de transición y la que para el predio se consideran de mediana a baja sensibilidad.

El hábitat que provee la selva mediana subcaducifolia es actualmente utilizado por 9 especies

identificadas y distribuidas, para el caso del hábitat que provee el estrato de transición se identificaron 6 especies de 6 familias de las que no se registró ninguna listada bajo algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies de fauna comunes identificadas en los estratos son *Dasiprocta punctata. Didelphys virginiana Odocoileus virginianus Nasua narica, Tayasu tajacu Sciurus yucatanensis* entre otras.

En el bajo inundable existe una interesante concurrencia de anfibios y reptiles entre los que destacan la tortuga casquito (*Kinosternon creaseri)* y las ranas comunes *Hyla microcephala y Scinax staufferi.* La UP mangle mostró 6 especies entre las que destaca *Dasyproctidae punctata* por la densidad de huellas y, por su parte, las aves registraron un total de 12 familias y 17 especies diferentes, esta unidad de paisaje provee la mayor densidad y biodiversidad, la fauna registrada a nivel de predio.

Contexto:

El impacto ambiental que se pueda causar a la fauna por reducción de hábitat derivado de los procesos de preparación del sitio y construcción del proyecto se considera, aunque indirecto predecible ya que la afección proviene de la intervención y eliminación de vegetación en el 33% del terreno. Se consideran medidas preventivas como la ahuyentación para su consecuente migración a la selva colindante y rescate de fauna para aquellos que quedaron aislados. El impacto a la fauna se considera negativo indirecto, de afectación mínima debido a que se consideran medidas preventivas, el efecto es localizado, de momento corto, reversible, simple y discontinuo por lo que se resultó negativo **MODERADO**.

A nivel del Sistema Ambiental se favorece el incremento del hábitat presente por la conservación de corredores faunísticos dentro del desarrollo, así como en el área de bajos inundables y manglar es un efecto beneficio no cuantificable para las poblaciones animales que ahí habitan.

El impacto, así valorado a la reducción de hábitat, no compromete poblaciones de especies listadas en algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el impacto resultó de intensidad media y de extensión parcial, el que se manifiesta en término tres años una vez concluida la obra, de intensidad media, sinérgico en la pérdida de hábitat, pero no así para la fauna, puntual, de efecto directo y simple, por lo que resultó **MODERADO** y mitigable.

PAISAJE

Impacto al paisaje por cambios en el uso del paisaje.

Acción: Los procesos de preparación y construcción, la presencia de maquinaria y personal introduce de elementos exógenos al medio existente, la conclusión y operación del proyecto cambia las vistas que se van integrando al medio.

Causa-efecto: La incidencia visual y la calidad se ven mermadas con las actividades de preparación, así como por los procesos constructivos, éstas se recuperan al integrar el proyecto en operación dentro de un entorno donde se privilegian las áreas de conservación al 65.06%.

Descripción del impacto: La calidad del paisaje que ofrece en el entorno la selva y manglar, así como los elementos urbanos colindantes. En el sitio domina de manera singular los humedales de

Punta Bete Punta Maroma sobre el resto de los componentes.

A nivel predial el gradiente del paisaje se conforma por un terreno ondulado con unidades de paisaje que van de Oeste a Este, conformado por selva mediana baja subcaducifolia, vegetación de transición bajos inundables cuerpos de agua y manglar.

Durante la fase de preparación y construcción el proyecto se introduce una serie de componentes con repercusión en el paisaje como son:

- Reducción de la vegetación.
- Introducción de maquinaria, equipo y jornales
- Aparición de líneas rectas y formas geométricas en el paisaje
- Cortes y conformación de terracerías y plataformas
- Modificación de las formas existentes del relieve
- Acumulación de residuos y contaminación visual del entorno.

La mayor parte de estas afecciones son temporales y desaparecen cuando la obra está terminada a excepción de la modificación del relieve dado por las vialidades y equipamiento, lotificación lo que finaliza cuando se construyen y operan las residencias y comercios que supone una alteración de carácter permanente. Se espera que durante las fases de preparación y construcción el proyecto introduzca una serie de componentes ajenos con repercusión en el paisaje, tales como: disminución de la masa forestal, desorden visual, cambios en la topografía multiplicidad de contrastes o presencia de polvo. Dichas afecciones son temporales y desaparecen cuando la obra está terminada.

Durante la operación y mantenimiento, se espera que el paisaje mejore al combinar y suavizar el efecto visual de los elementos exógenos con los elementos naturales que permiten matizar el efecto que ofrece el proyecto con el entorno natural.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR PAISAJE		
Criterio	**1. Afección al paisaje por el desorden visual que producen las obras**	**2. Afección visual a la calidad del paisaje por corrección del impacto paisajístico del terreno.**
Signo	-1	+1
Intensidad	1	2
Extensión	1	2
Momento	4	4
Sinergia	2	1
Persistencia	1	2
Efecto	1	1

Acumulación	1	1
Recuperabilidad	1	4
Reversibilidad	1	2
Periodicidad	1	2
IM	**-17**	**25**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**DESPRECIABLE**	**DESPRECIABLE**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: El impacto visual inducido por la preparación, construcción y operación del proyecto a los elementos y componentes paisajísticos del entorno inmediato.

Indicador antes del proyecto: El paisaje se encuentra dominado por el humedal de Punta

Bete Punta Maroma, seguido de las intervenciones urbanas que operan en la zona. A nivel de predio el paisaje es dominado por un gradiente suave del paisaje otorgado por la vegetación.

Contexto:

El impacto ambiental que se pueda causar al paisaje es causado por el desorden visual que producirá la obra al introducir maquinaria, equipo y trabajadores, así como por el propio proceso constructivo. El medio paisajístico existente presenta actualmente vistas discordantes con multiplicidad de contrastes que incluyen el desarrollo de proyectos y el sistema Punta Bete-Punta Maroma como espacio que se transforma.

A nivel de terreno las vistas serán de un sitio en obra con contrastes por el dinamismo que ofrecen los procesos constructivos en general y presentará una incidencia visual baja para el medio perceptual que se pueden mejorar si se mantiene una obra delimitada, ordenada, con baja suspensión de finos y libre de residuos. Por ello se presentan los programas correspondientes y las medidas que permiten minimizar este impacto. Se plantean también métodos de corrección del impacto al paisaje dados por las áreas y jardines planteados por el proyecto en seguimiento al manejo de las áreas de amortiguamiento. El proyecto, una vez terminado e integrado al entorno, formará parte del paisaje.

Por lo anterior el impacto se califica de intensidad media de extensión parcial. Se manifiesta de manera permanente una vez terminado el proyecto, es simple, de persistencia temporal y de efecto directo, mitigable y periódico, por lo que el impacto se clasificó como **DESPRECIABLE.**

- **SOCIOECONÓMICO**

Efectos socioeconómicos al medio ambiental, a la comunidad y planeación territorial.

Acción: La preparación construcción y operación del proyecto promoverá el intercambio socioeconómico directo e indirecto a diferentes niveles y escalas, tanto local como regional.

Causa-efecto: La construcción y operación del proyecto creará oportunidades comerciales, promoverá pagos de derechos a las instancias federales, estatales y municipales, que derivan de los diferentes permisos, ofertan trabajo profesional, técnico y de oficio; adquisición de materiales para la construcción de desarrollos inmobiliarios, contratación de obreros y especialistas, compra de materiales, activación de la economía de manera directa e indirecta.

Descripción del impacto: El impacto se describe en todas sus etapas como positivo ya que activa la economía a nivel local y regional atrayendo capitales por la oferta inmobiliaria. La preparación, construcción y operación generará empleos, comprará materiales y equipos a nivel local y regional activando así la economía de manera directa e indirecta.

Reactivará la zona de y coadyuvará con los pagos de derechos e impuestos a las distintas instancias de gobierno.

Por lo anterior, la operación del proyecto participa como parte importante en el desarrollo social y económico del Estado.

VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR SOCIOECONÓMICO.			
Criterio	**Activación de la economía a nivel local y regional.**	**Incremento en los pagos de derechos y recursos federales, estatales y municipales.**	**Se ajusta a la planeación territorial**
Signo	+1	+1	+1
Intensidad	4	4	4
Extensión	8	8	1
Momento	2	4	4
Sinergia	4	4	2
Persistencia	2	4	4
Efecto	4	4	4
Acumulación	4	4	4
Recuperabilidad	1	1	4
Reversibilidad	2	2	2
Periodicidad	4	2	4
IM	**51**	**53**	**42**
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	**SEVERO**	**SEVERO**	**SEVERO**

CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Activación al medio socio económico local y regional.

Indicador antes del proyecto: El predio se ha mantenido con uso forestal, no fortalece ninguna economía, por lo que el proyecto ofrece una oportunidad de actividad socioeconómica a nivel local y regional dada por la construcción y operación de la oferta inmobiliaria.

Contexto:

El impacto ambiental que pueda causar el proyecto a la sociedad es, en todas sus partes, positivo. Durante la preparación del sitio y construcción generará empleos profesionales, técnicos y de oficio. El dinamismo de la económica local y regional que atraerá este proyecto incrementará los pagos de derechos correspondientes a las distintas instancias federales estatales y municipales, por los servicios y trámites que éste requiere. Además, se adquieren materiales e insumos y se vincula con agencias inmobiliarias locales y extranjeras. A nivel territorial el proyecto se ajusta al marco legal aplicable determinado por el POEL-S, que definen usos del suelo, parámetros y lineamientos urbanos, así como criterios de carácter ambiental, a los que se ciñe este proyecto.

De manera particular el proyecto se integra como parte del crecimiento económico y social de Solidaridad por lo que el impacto se valoró de intensidad alta, de influencia generalizada en el entorno local y regional, de momento de mediano y corto plazo, muy sinérgico, de persistencia temporal y permanente.

Una vez que el proyecto se encuentre en operación el impacto será de efecto directo e indirecto, acumulativo, reversible a mediano plazo y de periodicidad continua durante la etapa de operación. Se manifestará constante en el tiempo toda vez que influye en la calidad de vida y económica de la sociedad, aporta ingresos a los gobiernos y se ajusta a los ordenamientos ambientales por lo que el impacto se considera positivo **SEVERO.**

CONCLUSIONES

Derivado de las valoraciones realizadas se muestra que, por la preparación, construcción y operación del proyecto, lo siguiente:

1. No se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

2. No se determinó la posibilidad de que ocurra un inminente daño ambiental como consecuencia de las actividades aquí analizadas. Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada que es a nivel de Sistema Ambiental y de predio, mitigables, prevenibles.

3. No se espera daño grave al ecosistema, esto en virtud de que el sitio, como medio natural, ya se encuentra parcialmente aislado por la carretera federal y los usos urbanos el área se encuentra destinada para su uso.

4. El proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico grave en el sentido de que provoque alguna alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas que no puedan ser mitigables.

5. Se considera que el proyecto no implica, por la dimensión que ocupa y por los alcances asociados, una pérdida de valor ambiental para la zona ni para el Sistema Ambiental en el que se pretende, toda vez que no fragmenta el ecosistema de manglar, no alteran la hidrología superficial y subsuperficial y mantiene amplias superficies de vegetación como áreas de conservación.

6. El proyecto se diseñó considerando el sistema ambiental en el que se inserta, el aprovechamiento por vialidades, equipamiento lotes residenciales y comerciales, no implican afección grave al sistema en el que se inserta.

7. La propuesta de planta de tratamiento de aguas residuales permite la continuidad del sistema geohidrológico en el que se inserta, ya que previenen la inyección.

8. De acuerdo con la valoración realizada no se esperan impactos ambientales significativos o relevantes, por la preparación, construcción y operación del proyecto, no se provocarán alteraciones en el ecosistema ni en sus recursos naturales, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos ni la continuidad de los procesos naturales en el Sistema Ambiental definido para esta valoración del impacto ambiental.

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VII.1. GENERALES

Las formas de prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados de la actuación que se pretende han sido consideradas por cada fase que involucra este proceso. En todas ellas se incorporan elementos que permiten la reducción de riesgos ambientales.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación serán dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objeto único de orientar acciones hacia el medio receptor para incrementar su homeostasis y resiliencia o bien para paliar los efectos de la intervención una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

Dichas medidas se aplican de acuerdo a su carácter e importancia en relación con el impacto y se definen de la siguiente manera:

Preventiva (P): Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental.

Mitigación (M): Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.

Compensación (C): Conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de forestación o con acciones de la misma naturaleza (*v.gr*. Reforestación, creación de zonas verdes, compensación por contaminación).

En el presente capítulo se plantean las medidas orientadas a reducir oportunamente los impactos negativos, con lo que se permitiría a) evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción; b) disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación c) rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restituir la calidad ambiental al factor afectado; y d) reducir o eliminar el impacto con operaciones de conservación y mantenimiento.

CRITERIOS PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS

La adopción de las medidas de los impactos potenciales identificados versa sobre los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que se inserta la actuación.
- Eficacia o capacidad estimada de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden.
- Eficiencia, o relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica de las medidas en el contexto de los costos de la actuación.
- Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control.
- Sinergia y búsqueda de reforzamiento entre sí de las medidas adoptadas.

De la valoración realizada en el capítulo V del presente documento se desprende que, derivado de la preparación, construcción y operación que se pretenden, no se causarán impactos ambientales que pongan en riesgo especies o poblaciones silvestres, no se desarrollarán actividades que pudieran poner en riesgo la salud humana o la integridad funcional de los ecosistemas o de los ensambles naturales próximos al sitio de intervención. De los impactos previstos se determinó que ninguno es negativo severo valorándose como negativos despreciables y moderados. Para estos impactos las medidas correctoras, de mitigación, prevención y compensación pueden ser aplicadas y documentadas.

IMPACTOS IDENTIFICADOS CON ADOPCIÓN DE MEDIDAS		
Impacto	**Clasificación del impacto**	**Medida que se adopta**
Impacto ambiental causado a la calidad del aire y al confort sonoro por la preparación, construcción del proyecto.	Negativo Despreciable	Prevención
Impacto ambiental causado al suelo y perfil topográfico por vertimientos incidentales, nivelaciones y formación de plataformas y terracerías	Negativo Despreciable Negativo moderado	Prevención
Impacto ambiental causado a la calidad del agua, aumento de la escorrentía, erosión y producción de sedimentos, disponibilidad de agua y fragmentación hidrológica	Negativo Despreciable Negativo Moderado	Prevención
Impacto ambiental causado a la vegetación, por los procesos de preparación construcción y operación del proyecto	Negativo Moderado Negativo Despreciable	Prevención Mitigación y Compensación
Impacto ambiental causado a la fauna por reducción de hábitat derivado de la eliminación de vegetación	Negativo Moderado	Mitigación y Compensación
Impacto ambiental causado a la fauna por construcción y operación del proyecto	Negativo Despreciable	Mitigación
Impacto al paisaje por cambios en el uso del paisaje	Negativo Despreciable	Prevención y Mitigación

En función de las valoraciones realizadas y de la calidad ambiental existente en el medio circundante, se estima que no se generarán impactos graves al sistema natural, al subsistema perceptual ni al socio económico. Sin embargo, se requiere de la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensadoras, así como su correspondiente documentación durante el periodo de actuación para estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas, así como la eficacia de las medidas propuestas para el proyecto, son acertadas.

MEDIDAS PROPUESTAS

ATMOSFERA

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT SONORO COMO CONSECUENCIA DE LOS PROCESOS DE PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO.	
Factor: AIRE	Emisión de partículas por retiro de vegetación, funcionamiento de maquinaria, equipos grúas y tránsito de trabajadores, materiales de construcción, cortes y conformación de terracerías, construcción de plataforma, acceso, vialidades, equipamiento, lotificación servicios instalaciones etc..

Fuente	**Medida de Mitigación**	**Eficiencia**
Circulación y operación de los vehículos y maquinaria, en el área de Actuación.	Establecer barreras y trampas contra el arrastre de polvos y otros sedimentos. Humedecer los materiales finos. Cubrir con lonas los depósitos de material. No acopiar materiales ni desperdicios en obra.	Alta, seguimiento y mediante documentació
	Establecer y revisar las bitácoras de mantenimiento de vehículos y maquinaria que se usen en la actuación.	
	Informar a los trabajadores y empresas contratadas de la medida.	
Indicador: No rebasar los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.		

NOM0-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2007. NOM-044-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg. NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. del 22 de abril de 1997 (SEMARNAT, 2003). NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.

SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO

MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR CONTAMINACIÓN ACCIDENTAL DEL SUELO POR VERTIMIENTOS INCIDENTALES Y VARIACIONES NEGATIVAS AL PERFIL TOPOGRÁFICO	
Factor: SUELO	Vertimientos incidentales de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas y lubricantes, polímeros, que deterioran las propiedades y calidad del suelo. El corte, conformación de terracerías y, construcción de los elementos del proyecto implican variaciones a la calidad actual del suelo y perfil topográfico.

Fuente	Medida de Mitigación	Eficiencia
Se considera posible la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos, producto de mal manejo de las nodrizas o bien de maquinaria en mal estado.	Minimiza la posibilidad de afección directa al suelo por derrames y vertimientos accidentales.	Alta. Basada en el Programa integral de manejo ambiental. Los hidrocarburos y derivados se acopian en sitios específicos. Los residuos se acopian en recipientes diferenciados de acuerdo a su tipo.

		No se realizan reparaciones de maquinaria y equipo en el sitio.
Corte y conformación de terracerías, construcción de vialidades, equipamiento, lotificación, implican variaciones a la calidad actual del suelo y perfil topográfico.	El proceso de preparación y construcción será paulatino y se ajustará a los programas ajustándose a los criterios CG16 y 35	Alta. Toda vez que el proyecto propone programas que se ajustan a los criterios del POEL- se prevé minimizar la afección al suelo y al perfil topográfico existente.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes, topografía.

AGUA E HIDROLOGÍA

MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO A LA CALIDAD DEL AGUA, AUMENTO DE LA ESCORRENTÍA, EROSIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS, DISPONIBILIDAD DE AGUA Y FRAGMENTACIÓN HIDROLÓGICA	
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado al agua por circulación de maquinaria y manejo de equipo, proceso de preparación del sitio y construcción, desmonte, corte y conformación de terracerías, almacén y manejo de materiales, presencia de trabajadores, producción y transporte de residuos, tratamiento de aguas residuales, captación y potabilización de agua para uso humano.

Fuente	**Procedimientos**	**Eficiencia**
Residuos Peligrosos generados durante la operación y manejo de equipo y maquinaria	Previene y Mitiga la posible afección al suelo y agua por derrames accidentales de aceites y grasas.	Alta. Basada en el Programa de manejo de residuos su implementación y seguimiento, en cumplimiento a los criterios CG16 y 35.
Residuales sanitarios que son producto de la presencia humana en el sitio.	Impide el fecalismo al aire libre evitando que las heces alcancen los cuerpos de agua por infiltración o escurrimientos superficiales.	Alta, con presencia de baños suficientes, control del personal en el frente de trabajo y mantenimiento y limpieza periódica.

Escurrimiento natural. Modificación de la topografía.	El diseño promueve dejar los escurrimientos naturales, así como construcción de vialidades con alcantarillas y caída de pluviales dirigidas hacia terreno natural, a efecto de no implicar aportes terrígenos hacia la cuenca del humedal. El diseño constructivo permite la filtración natural del agua.	Alta. El diseño del proyecto con dirección de captación y escurrimientos pluviales evita el aporte de terrígenos al humedal debe de considerase como una medida que mejora la condición del sitio donde, precisamente, el aporte por arrastre es hacia las zonas inundables y el manglar.
Permeabilidad del suelo y captación de agua al acuífero.	La conservación de vegetación nativa más el aumento en forestación y jardinería del proyecto, minimizan el impacto que se pueda causar a la permeabilidad del suelo, aunado a que el diseño constructivo permite la dirección del agua hacia espacios donde su absorción será natural.	Alta. Mediante programas de manejo de áreas de verdes y conservación y mediante diseño y obra que favorezcan la captación natural del suelo.
Contaminación al suelo por agroquímicos, mantenimiento de áreas verdes	Se utilizarán los indicados por la CICOPLAFEST, aunado a que se implementarán medidas de aplicación en las áreas adecuadas.	Alta, mediante programa de manejo. Se incluyen las medidas preventivas y de manejo en el Programa de Arborización que se anexa
Planta de tratamiento de aguas residuales.	Las aguas tratadas serán utilizadas para el riego y el sobrante será inyectado a pozo profundo en concordancia con los LMP de la normatividad de aguas. Se contará con un pozo de monitoreo de agua.	Alta, mediante monitoreo y control.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.

FLORA

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO A LA FLORA POR LOS PROCESOS DE PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO	
Factor: FLORA	La influencia del impacto a la flora puede ser directa e indirecta durante el proceso de desmonte, por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. La influencia es directa a la flora por conservación y manejo.

Fuente	**Medida**	**Eficiencia**
Pérdida de vegetación producto del cambio de uso del suelo, preparación del sitio	**Prevención y Mitigación:** Se delimitan espacios de aprovechamiento, se rescatan elementos listados en la NOM-059 en el área de selva baja subcaducifolia y de transición. Se conserva el 65.06% de la vegetación lo que implica hábitat disponible para la fauna silvestre	Alta mediante la aplicación de programas de manejo de flora en cumplimiento a los criterios CG 02 y 12,
Contaminación del agua y dispersión de sólidos y finos	Plantea medidas como la instalación de una malla de contención en la colindancia del bajo inundable y manglar así como implementación de programas de manejo de residuos, sólidos líquidos y peligrosos.	Alta mediante la aplicación de programas de manejo integral. en cumplimiento a los criterios CG 02, 12, 16 35 y 100
Conservación vegetal.	**Compensación**: conservación de ensambles naturales.	Alta, mediante programas de desempeño ambientales de manejo de áreas de conservación.
Conservar áreas de nativas.	Mantener vegetación correspondiente a selva, sulub y manglar mediante delimitación de áreas sujetas a conservación.	
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

Mención aparte merece la medida compensatoria realizada a través de un depósito al Fondo Forestal Mexicano por la cantidad de $661,681.88 (seiscientos sesenta y un mil seiscientos ochenta y un pesos 99/100 M.N.) para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento de un tipo de Vegetación de Selva Baja Caducifolia, con una superficie a compensar de 53.376 hectáreas preferentemente en Quintana Roo (Folio único 23SDA3G6PTKT5), siendo al menos 4 veces más que la superficie que se aprovechará para el proyecto planteado. Resaltando que de las 11.12 hectáreas autorizadas a desmontar, en términos reales solamente se desmontará un total de 10.03 hectáreas.

FAUNA

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR AFECTACIÓN A LA FAUNA Y REDUCCIÓN DE HÁBITAT, POR PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.	
Factor: FAUNA	Impacto ambiental causado por reducción de hábitat disponible y desplazamiento de fauna hacia zonas mejor conservadas.

Fuente	Medida	Eficiencia
Reducción del hábitat por retiro de vegetación y modificación del suelo, por lo que se desplaza fauna silvestre	**Prevención y Mitigación:** Se delimitan espacios de aprovechamiento en el hábitat de selva baja subcaducifolia y de transición. Se conserva el 65.06% de la vegetación lo que implica hábitat disponible para la fauna silvestre	Alta mediante la aplicación de programas de manejo de fauna en cumplimiento al criterio CG 03.
En consecuencia, a los procesos de construcción, por la operación de maquinaria y equipos puede provocar afección de manera indirecta a la fauna, silvestre.	Plantea medidas como barreras de contención en la colindancia del manglar y programas de manejo de residuos, sólidos líquidos y peligrosos. Favorecer la permanencia del hábitat presente, de su conectividad y de las poblaciones animales que los habitan. Minimización de la mortandad directa de individuos de fauna. Realizar rescate reubicación de individuos de especies de lento desplazamiento.	Alta, mediante la aplicación de programas de manejo integral de residuos y manejo de fauna.
Crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna	Informar a los trabajadores del proyecto, a través de difusión.	Alta, mediante el ejecución de difusión.
Forestar y jardinar áreas propuestas por el proyecto.	**Mitigación:** Asegurar la presencia de un de vegetación nativa permita compensar con el mejoramiento de ambientes afectados para proveer hábitat disponible para la fauna, propuesta para los compradores secundarios.	Alta, mediante Programa arborización y jardinado.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.

Control.	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.

PAISAJE

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR IMPACTO AL PAISAJE POR CAMBIOS EN EL USO DEL PAISAJE	
Factor: Paisaje	La incidencia visual y la calidad se ven mermadas con las actividades de la obra y actividad durante la preparación y construcción del proyecto, las que se recuperan al integrar en un entorno de áreas naturales en conservación.

Fuente	Medida	Eficiencia
Desorden visual que producirá la obra al introducir, maquinaria y equipo, así como el proceso constructivo.	**Prevención y Mitigación:** mantener una obra delimitada con lona publicitaria, una obra ordenada, con manejo adecuado de residuos, sólidos líquido y peligroso.	Alta mediante la aplicación de programas de manejo de desempeño
Mejorar el paisaje mediante un estilo contractivo integrado al entorno	**Corrección:** El planteamiento de un estilo integrado al entorno existente y el cual proponen áreas jardinadas y forestadas con plantas nativas, permiten corregir el paisaje afectado.	Alta, mediante Programa de desempeño.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control.	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.

MEDIDAS ADICIONALES.

Considerando que en la MIA-P analizada y vinculada se sugieren programas que integran claramente medidas de mitigación por las actuaciones que se proponen y las que exponen a continuación.

Medida de mitigación.	**PROGRAMA INTEGRAL DE MANEJO AMBIENTAL.**
El Programa Integral de Manejo Ambiental se basa en la minimización, manejo y disposición de los residuos generados. Se establecen medidas preventivas para el manejo y disposición adecuados de grasas, aceites e hidrocarburos.	

Acciones durante la actuación	Tipo de residuo	Medida
• Ubicación de sitios potenciales de producción y almacenamiento de residuos por tipo. • Colocación de contenedores	Orgánicos	Composta
	Plásticos	Recicladora.
	Sanitarios	Mantenimiento periódico por empresa autorizada

rotulados por tipo. • Separación de los residuos por tipo. • Supervisión durante las etapas del proyecto del manejo de residuos. • Supervisión de entrega de tratamiento de los residuos por etapa. • Supervisión de entrega y disposición de los residuos a las empresas recicladoras.	Peligrosos	Manejo de residuos peligrosos, equipado y supervisión.
	Orgánicos	Composta. (Programa de Colecta Selectiva)
	Plásticos, cartón, Madera,	Reciclado
	Escombro	Retiro y disposición donde lo indique la autoridad

Eficacia.	Alta.
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.
Control.	Bitácora del almacén de residuos sólidos, monitoreo, fotografía, informes.

Medida: de mitigación/sanitaria.	**INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**
Factor: agua	Afección al suelo y subsuelo por residuos sanitarios y domésticos.

Descripción de la medida:

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se instalará para el proyecto cuenta con una capacidad para un gasto promedio de 4.71 l.p.s. (aprox. 1,800 personas equivalentes). Con una calidad de agua tratada para riego (contacto indirecto) y/o disposición a pozos profundo.

La Planta de Tratamiento considera las siguientes especificaciones:

Mantengan los niveles de concentración de contaminantes menores a los permisibles fijados en la Legislación ambiental. De acuerdo a las especificaciones técnicas de la planta paquete, el efluente deberá cumplir con los siguientes parámetros:

pH 5 – 9, DBO_5 remoción <80 mgl, Coliformes fecales <1000 col/100 ml, Cloro residual < 2 mg/l

Monitoreo del efluente final del sistema de tratamiento de aguas residuales.

La caracterización de las aguas residuales se realizará a través de laboratorios acreditados

Comparación de los resultados de análisis con la Norma Nacional Vigente.
Aplicación del procedimiento de limpieza y mantenimiento del sistema.

El sistema de tratamiento propuesto, se seleccionó por considerarlo el más adecuado para el tipo de instalación y ubicación de la planta ya que la producción de malos olores es prácticamente despreciable, así como la de: ruidos e insectos; además el poco lodo producido sale prácticamente estabilizado (digestor aeróbico), reduciéndose los problemas de disposición final (terminando estabilización con cal), pudiendo ser utilizado como mejorador de suelos, previa deshidratación a base de filtro prensa.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.

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

VIII.1. Pronóstico del escenario

Conforme a la información generada, valorada y analizada, se describieron los posibles impactos adversos que se puedan causar al ambiente por las etapas llevadas a cabo en el proyecto, dando como resultado posibles escenarios que se puedan presentar en las etapas del desarrollo del proyecto.

ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO

El escenario ambiental que se espera con la preparación, construcción y operación de este proyecto coincide con el entorno y crecimiento destinado para el predio en Solidaridad.

En este sentido no se prevén variaciones en la calidad del escenario, ni de la estructura y composición próxima, contra la propuesta de desarrollo del sitio “con proyecto”.

En el área en el que se ubica el proyecto, se presenta un ensamble vegetal natural, por lo que se estiman acciones directas hacia la vegetación.

En términos de paisaje, como expresión natural un sitio que se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, inmobiliario o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento que se integra, ya que el predio previamente afectado pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, para uso turístico con áreas de conservación, bajo mantenimiento, el que generará empleos y ofrece espacios que se integran al entorno.

Escenario Sin Proyecto.

El predio de referencia denota un escenario representado por un predio que se privilegia con elementos naturales.

La calidad del paisaje que ofrece en el entorno la selva y manglar, así como los elementos urbanos colindantes. En el sitio domina de manera singular los humedales de Punta Bete Punta Maroma sobre el resto de los componentes.

A nivel predial el gradiente del paisaje se conforma por un terreno ondulado con unidades de paisaje que van de Oeste a Este, conformado por selva mediana baja subcaducifolia, vegetación de transición bajos inundables cuerpos de agua y manglar.

Zonas con vegetación y elementos urbanos colindantes.

Escenario Con Proyecto.

El escenario "*con proyecto*", considera para el predio, la aplicación de un uso de suelo congruente con el sitio en el que se inserta la propuesta.

De ser un predio forestal y con uso previamente dispuesto por el POEL, pasa a ser un terreno con un proyecto urbano en continuidad con el esquema de desarrollo planteado para el predio.

El escenario "*con proyecto*" se sujeta a los parámetros y lineamientos aplicables a los usos del suelo suburbano y comercial bajo las regulaciones del POEL-S. Propone la integración de sus elementos con diseños constructivos, instalaciones y equipos, así como la conservación de áreas benéficas para el ambiente.

Por otra parte, la propuesta estima la generación de empleos y su repercusión en la mejora económica y social a la escala del proyecto que se presenta, con ingresos directos e indirectos para Quintana Roo.

Imagen del predio en el escenario "*con proyecto*". Es un área aprovechada bajo las regulaciones del POEL-S que detona el potencial inmobiliario del espacio.

El escenario, desde la perspectiva de paisaje contará con modificaciones sustantivas ya que la actuación se pretende sobre un espacio con vegetación y el que recibe un proyecto inmobiliario concordante con las regulaciones territoriales.

El proyecto favorece una ocupación ordenada del espacio en continuidad con desarrollos semejantes localizados en Solidaridad. Por lo anterior se estima que por las obras y actividades que se proponen en el presente estudio, se fortalezca el espacio.

La preparación construcción y operación del proyecto, que se somete a evaluación y dictamen de la autoridad ambiental se valora, en términos urbanos y ambientales y dentro del marco que establecen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Artículo y de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto
Ambiental.

En términos de paisaje, como expresión del sitio en el que se vive y una sociedad se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, sea este urbano, turístico o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento de mejora ya que el predio pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, con el establecimiento de un desarrollo inmobiliario.

Lo anterior arroja escenarios que se puedan presentar los que se exponen a continuación:

ACTIVIDAD (TENSOR)	FACTOR AMBIENTAL	ESCENARIOS POSIBLES Y PROBABLES.
Preparación Construcción	Aire Agua Medio perceptual Socioeconómico Vegetación Usos del suelo	<u>Impacto.</u> De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación. Durante las actividades de preparación y construcción se causarán efectos directos e indirectos a la flora, fauna, agua y suelo. En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria, así como presencia de trabajadores por lo que se producirán ruidos y emisiones atmosféricas que molestarán a los vecinos. Lo anterior se minimizará al contar con equipo y máquinas en óptimas condiciones. En relación al escenario se estiman acertados los siguientes aspectos puntuales: Se realizan obras y actividades conforme a los usos de suelo indicados en los instrumentos de gestión territorial. El proyecto va de acuerdo con el crecimiento de Solidaridad dictado por el POEL-S de referencia. Se generan empleos y aportación a la economía de manera directa e indirecta a diferentes escalas y niveles. El sitio admite, de acuerdo con las regulaciones determinadas por los instrumentos de gestión territorial, un desarrollo inmobiliario. Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.
Operación, Mantenimiento	Vida silvestre Tierra suelo Unidades de paisaje Usos del suelo Socioeconómicos.	<u>Impactos positivos permanentes.</u> De alta magnitud e intensidad. Duración permanente. El proyecto se ajusta a los límites y posibilidades del POEL. Conserva áreas ensambles naturales.

		Propone programas de manejo de desempeño y de manejo integral de residuos, de flora, fauna. Aprovechamiento del suelo conforme a los paramentos y lineamientos aplicables. Generación de empleos y aportación económica directa e indirecta. Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.

VIII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Las obras y actividades relacionadas consideran implementar un programa de seguimiento de las condiciones ambientales basado en las predicciones realizadas en este estudio partiendo de criterios técnicos que permitan aplicarlo de manera sistemática para seguir y cuantificar el valor de las acciones que serán realizadas, así como detectar posibles afectaciones. Para lo anterior se consideran, de inicio, los siguientes aspectos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este documento.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas por el proyecto y por la autoridad.
- Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.
- Detectar impactos no previstos en esta Manifestación de Impacto Ambiental e instrumentar nuevas medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad ambiental.
- Generar formatos para verificar los impactos supuestos en este estudio a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

VIII.3. CONCLUSIONES

Partiendo de la propuesta elegida se valoraron los impactos potenciales y se estimó que existirán tanto impactos positivos como negativos. Estos impactos fueron determinados, descritos y contrastados, centrando la atención sobre los más importantes para definir y aplicar medidas de protección acertadas.

Por lo anterior, se infiere que, estrictamente en términos ambientales, este proyecto es viable, no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

En resumen, se puede observar que los impactos sobre el medio que generará este proyecto y considerando su vocación suburbana y de corredor turístico en los instrumentos de planeación vigentes son pocos significativos en el ámbito regional y son mitigables, lo cual coadyuvará enormemente al cumplimiento y apego a las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos, así como a la reglamentación y normatividad oficial existente. Bajo este análisis se concluye que el costo ambiental demandado por la realización del proyecto denominado "ARMONÍA ECO-RESIDENCIAL SUSTENTABLE" es compensado por el beneficio económico, social y la implementación de los programas complementarios de Rescate de Flora, Rescate de Fauna, de Reforestación, y de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y los pozos de absorción de agua pluvial, con sus filtros correspondientes.

Por lo que se concluye que la ejecución del proyecto es ambientalmente viable siempre y cuando se ejecuten las disposiciones manifestadas en las medidas de mitigación expresadas en el presente estudio.

Una de las principales medidas compensatorias del proyecto, se refleja en el depósito que el promovente realizó al Fondo Forestal Mexicano por la cantidad de $661,681.88 (seiscientos sesenta y un mil seiscientos ochenta y un pesos 99/100 M.N.) por concepto de compensación ambiental para ser destinados a las actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento de un tipo de Vegetación de Selva Baja Caducifolia, con una superficie a compensar de 53.376 hectáreas preferentemente en Quintana Roo. Independientemente a que no se considera modificar toda la superficie autorizada por este permiso federal. De las 11.12 hectáreas autorizadas a remover, en términos reales solo se desmontará un total de 10.03 hectáreas.

Este proyecto no se plantea como un concepto de moda sino como una perspectiva de conciencia ecológica y un mercado a fin a esto.

Finalmente podemos afirmar que el proyecto está
por debajo de las posibilidades de desarrollo que considera el Ordenamiento Ecológico y la misma autorización de cambio de uso de suelo de la SEMARNAT, únicamente se considera poco menos del 35% de aprovechamiento de todo el predio y el restante 65% quedará totalmente en su estado natural actual (toda la zona de bajos inundables y de manglar). Y de ese 35% de superficie de aprovechamiento no será desmontada toda el área, por lo que se tendrán dentro de los lotes arbolados en pie que mantendrán sus condiciones naturales. Por lo que el proyecto se mantiene por debajo del porcentaje máximo de aprovechamiento, en superficie, densidad y ocupación.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La base del modelo que se utilizó se fundamenta en las propuestas de valoración del impacto ambiental y uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. 1999 en "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" Mundiprensa editores.

Se desarrolló una matriz de importancia, en donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, de acuerdo con el método propuesto por Conesa (1993).

Se parte de un modelo que inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante las fases de preparación, y realización de actividades, así como su operación. La valoración ambiental del proyecto inicia con diseño del modelo conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, el cual indica, no limitativamente los submodelos que se insertan en él. El proyecto es tamizado en dos matrices de importancia de la cual se evidencian los impactos más importantes y posteriormente se realiza la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en estudios técnicos, a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras, para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación bajo el siguiente contendido:

- Identificación de impactos
- Valoración de impactos
- Prevención de impactos
- Programa de vigilancia ambiental

La integración como tal (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) significa que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto ya no puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo que la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia -ecológica, paisajística, social o territorial- y la contaminación de los vectores ambientales -aire, agua y suelo-, son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y se divide en los siguientes puntos:

1. En qué medida el proyecto es *razonable* desde el punto de vista del entorno.

2. En qué medida el proyecto se *localiza* de acuerdo con la "lectura" del territorio.

3. En qué medida la concepción del proyecto ha incluido el comportamiento de los “influentes” que utiliza, de los efluentes que emite y de los elementos físicos que la forman.

4. La cartografía se generó con el sistema de información geográfica Map Maker PRO V.3.5 sobre fotografía aérea en color normal, blanco y negro e imágenes aéreas.

5. Los modelos digitales de terreno se realizaron utilizando imágenes LIDAR* procesadas con Global Mapper v13.2.0.

* Para este ejercicio se partió de la base cartográfica y modelos digitales de terreno que permite el análisis de imágenes LIDAR (acrónimo inglés para *Laser Imaging Detection and Ranging*) aerotransportado que es un sensor activo que consta de un telémetro emisor de luz láser y de un espejo que desvía el haz perpendicularmente a la trayectoria del avión. Este desplazamiento lateral combinado con la trayectoria del avión permite realizar un barrido del terreno, en donde el sensor va generando y emitiendo una serie de pulsos de luz láser, los cuales al pegar con los objetos o el terreno reflejan o devuelven parte de la energía del pulso emitido al sensor. Con esto, la medida de la distancia entre el sensor y el objeto iluminado por el láser es determinada a través del intervalo de tiempo entre la emisión y la reflexión o retorno del pulso. Para cada pulso emitido puede registrar hasta tres retornos y para cada uno de ellos también la intensidad reflejada. Para poder ubicar de manera precisa las coordenadas de cada punto que reflejó el rayo láser, se emplea conjuntamente la unidad de medición inercial (IMU, por sus siglas en inglés) y el sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés). La unidad de medición inercial permite medir la orientación del sensor. Este sistema mide la variación de los ángulos de inclinación originados por los movimientos y giros del avión durante el vuelo, logrando con esto determinar la posición del sensor. El Sistema de posicionamiento global del avión en combinación con el apoyo terrestre de las estaciones base registra la posición espacial del avión cada medio segundo. Cuando el rayo láser llega al terreno o los objetos sobre de él, se presentan diferentes formas de retorno. En una superficie sólida (edificios, suelo, vehículos, entre otros), el rayo se refleja de manera inmediata al sensor. En el agua y el vidrio, el rayo de luz presenta reflexión especular (dispersión), que hace que el reflejo no retorne al sensor, para estas áreas no se registran datos. En algunas zonas volcánicas, en donde se presenta carbón y cuando existe asfalto reciente, el rayo es absorbido y no se pueden obtener datos de las zonas donde se encuentren este tipo de materiales. En zonas de vegetación, el rayo choca con la capa superior de los árboles y una parte del rayo retorna al sensor (primer retorno), pero otras partes pueden penetrar entre los huecos del follaje hasta chocar con algún objeto y retornar (segundo retorno), y otras partes siguen penetrando hasta que son reflejadas por el suelo cuando la vegetación no es muy densa (tercer retorno). Los Modelos Digitales de Elevación del tipo superficie son derivados del Sistema de Láser Aerotransportado, es una matriz de datos de elevación interpolados a partir de los puntos clasificados del primer al último retorno y que corresponden tanto al terreno como a objetos presentes en el suelo, como por ejemplo infraestructura y vegetación

Los modelos digitales de elevación se utilizan para determinar la configuración y la altura del terreno; a partir de ellos se pueden modelar las alturas y obtener, entre otros aspectos tales como pendientes, secciones, desniveles, áreas sujetas a inundación, generación de curvas de nivel, volúmenes de tierra, delimitación de cuencas, etc., que pueden ser útiles en aplicaciones de cartografía, animación en 3D para simuladores de vuelo, estudios hidráulicos e hidrológicos, ingeniería civil, gestión de zonas de costa, estudios de la vegetación, mantenimiento y gestión de líneas eléctricas, etc.

Pueden distinguirse cinco grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos digitales de geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra y en aplicaciones militares. Se pueden usar para una gran variedad de propósitos, que van desde estudios ecológicos, de impacto ambiental, evaluación de riesgos, planeación de obras, en la localización de sitios para instalaciones de comunicación; en infraestructura, tal como aeropuertos, presas, carreteras; en urbanismo vial, urbanismo industrial, urbanismo recreativo, urbanismo habitacional y como insumo en la orto-rectificación de imágenes y para la definición de un nuevo geoide.

Además, es útil como cubierta en los Sistemas de Información Geográfica para realizar análisis de información. A partir del modelo y en combinación con otros tipos de información y utilizando herramientas especializadas se pueden generar sombreado digital de relieve, mapas de pendiente de terreno, mapas de visibilidad, imágenes en perspectiva.

Los Modelos Digitales de Superficie se proporcionan en archivos binarios crudos e incluyen archivos de texto con datos auxiliares para su utilización, como son las dimensiones del modelo, el tipo de datos, la proyección cartográfica y el datum de referencia, entre otros y metadatos conforme a un estándar internacional. A partir del modelo, o combinado con otros tipos de información y aplicando las herramientas digitales se puede generar un sombreado digital de relieve, mapas de pendiente, imágenes en perspectiva. Las alturas geodésicas preliminares de la malla se transformaron a alturas ortométricas, utilizando el modelo Geoidal Gravimétrico Mexicano GGM05 elaborado por el INEGI. Ver 692. El intervalo entre ejes X-Y es de forma regular en unidades de metro.

La cobertura geográfica por cada modelo puede estar definida de acuerdo a la dimensión que cubre una escala cartográfica o a las dimensiones del área de estudio a modelar. Los Modelos Digitales de Superficie pueden ser distribuidos a través de disco compacto y vía internet (ftp). Además, se cuenta con un archivo de datos auxiliares que incluye información de. Longitud_w. -87º 0' 5,53" Longitud_e. -86º 56' 34,59" Latitud_n. 20º 45' 4,39" Latitud_s. 20º 41' 9,08" Orden_datos. 2 (Izquierda - Derecha / Abajo – Arriba Tipo_dato. I (Intel) Bits_por_píxel. 16S Coordenada_n_max. 2294645 Coordenada_n_min. 2287410 Coordenada_e_max. 505940 Coordenada_e_min. 499840 Proceso_de_obtención. 6 Sistema_de_producción. TERRA MODE Liga_norte. 1 Liga_sur. 1 Liga_este. 1 Liga_oeste. 1 Fecha_de_generacion_del_auxiliar. 20090218

Estudio Geohidrológico

Con respecto al *Estudio Geohidrológico* del predio, Para determinar la distribución georresistiva de los materiales del subsuelo se realizaron cinco sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM). Utilizando el Sistema electromagnético “Tem-Fast” manufacturado por AEMR. La Elevación se obtuvo mediante un GPS portátil marca “Magellan” modelo “Cx”.

Con este método electromagnético TEM se pretende mostrar una distribución del subsuelo en términos de homogeneidad basados en la caracterización resistiva. Las pruebas y análisis anteriores se hicieron dentro del predio, de tal manera que fueran representativos de las condiciones generales esperadas. Estas pruebas produjeron como resultado que el arreglo denominado "Single Loop " cumple con las especificaciones establecidas en el contrato, usando tendidos de 50x50[m].

El procesado de los registros se efectúo en las siguientes etapas, para cada sondeo y fueron:

- Transferencia de los registros del equipo a la computadora.
- Edición de las curvas registradas con cada ganancia para obtener una curva final
- de nV/AMP contra tiempo (curva de decaimiento).
- Conversión de la curva de decaimiento a Resistividad Aparente contra tiempo.
- Cálculo del modelo estratificado.
- Cálculo del modelo suavizado (inversión Occam)
- Impresión gráfica del modelo unidimensional.
- Transferencia de las curvas y los modelos generados al paquete WINGLINK.
- En Winglink, formación de la base de datos.
- Elaboración de secciones de isorresistividad e impresión de resultados gráficos.

Todas las etapas del proceso anterior se realizaron en la oficina, y los datos de campo fueron analizados el mismo día que fueron levantados, para conocer la calidad de la información.

En el proceso de los datos se siguieron los estándares internacionales que se aplican para este fin, utilizando software y equipos de patente, con sus versiones originales, para ello podemos citar el siguiente equipo y software:

- Equipo Tem-Fast.
- Programa TEM-48CONV-W2000 para el proceso primario de los datos.
- Programa WINGLINK para utilizarlo como base de datos y formar secciones de resistividad.

BIBLIOGRAFÍA

Consultoría GeoPen Geohidrología Peninsular. 2017. ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO PARA ESTABLECER ESTATIGRAFIA DEL SUBSUELO, LAS CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO Y LA CALIDAD DEL AGUA EN EL PREDIO DENOMINADO “LOS CASTILLOS”, MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

Alafita V. H etal. SEMARNAT 2006.- Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el Caribe mexicano: Sistema ambiental *Punta Bete-Punta Maroma*.

Alcerreca Carlos. 2005. Mamíferos de la Península de Yucatán. Editorial Dante S. A. de C.V. Mérida Yucatán.

Back, W. 1985. Hydrogeology of the Yucatán. In: Geology and Hydrogeology of Northeastern

Yucatán and Quaternary Geology of Northeastern Yucatán (editado por W.C. Ward, A.E. Wiedie, and W. Back), pp 99-124. New Orleans Geological Society. New Orleans/LA/USA, 153 p.

Carbajal Pérez, N. 2009. Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el

Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México D. F

Ceballos Gerardo. 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Fondo de la Cultura Económica. México, D.F.

Calderón Rene- Mandujano. 2005. Anfibios y Reptiles de la Reserva de la Biosfera de

Sian Ka´an y zonas aledañas. ECOSUR-CONABIO. Q. Roo, México.

Cabrera Cano Edgar. 1982. Imágenes de la Flora de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. Quintana Roo.

Duran García Rafael, Dorantes Euan Alfredo, Sima Polanco Paulino, Méndez González

Martha. (2000). Manual de Propagación de Plantas Nativas de la Península de Yucatán Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán. México.

Duran García Rafael, Torres Avilés Wendy Marisol, Espejel Carvajal Ileana (s.f.)

Vegetación de dunas costeras. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Ecosistemas y Comunidades.

Fialko Vilma. 2010. Guía Florística del Sitio Arqueológico Naranjo-Saal, Petén, Guatemala.

Franco Lopez Jonathan. 2011. Ecología y Conservación. Editorial Trillas, México, D.F.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen, Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México

Garmendia Salvador Alfonso. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Pears Educación S.A. Madrid, España. Gómez Orea Domingo .2003.- Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundiprensa; segunda Edición. Madrid, España.
Hagsater Eric, Soto Miguel, Salazar Gerardo, Jiménez Rolando, López Marco, Dressler

Robert. 2005. Las Orquídeas de México. Productos Farmacéuticos, S.A de C.V. México, D.F.

Harting, H. M. 1979. Las Aves de Yucatán. 9a. Edición. Fondo Editorial de Yucatán,

Porrúa, México, D. F. 237 pp.

Howell, S. N. G., y S. Webb.1995. A Guide to the Birds of México and Nothern Central

America. Oxford University Press, New York. 851pp.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación, México, D.F.

INEGI, 2008. Anuario Estadístico. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, 2009. Diccionario de datos Edafológicos escala 1:250 000.

INEGI, 1998. Diccionario de datos Edafológicos 1:250 000 (Vectorial).

Jáuregui, E., J. Vidal y F. Cruz. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana

Roo durante el periodo 1871- 1978. En: Memorias del Simposio Quintana Roo: Problemática y Perspectiva. CIQRO-UNAM. pp: 47-61.

Llamosa Neumann Eduardo. 2008. Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante S.A de C.V. Mérida, Yucatán, México.

Mackinnon H. Barbara. 2005. Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves. Amigos de Sian Ka´an A.C. México.

Martínez María Luisa. (2008). Dunas Costeras. Investigación y Ciencia.

Rivas Hugo A. 2010. Fauna Común de Mayakoba. Huaribe S.A de C.V. Playa del Carmen, Quintana Roo.

SEMARNAT. 2011. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-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. Diario Oficial de la federación (segunda sección).

Trejo, A. 1995. Efectos del huracán Gilberto en la estructura de la selva mediana subperennifolia del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín. Tesis profesional, Instituto Tecnológico de Chetumal. 65 p. Valverde Teresa. 2005. Ecología y Medio Ambiente. Pearson Educación de México S.A de C.V. Naucalpan, Estado de México.

Urbina Torres Fernando. 1996. Aves Rapaces de México. Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Estado de Morelos. Editorial CIB-UAEM. Cuernavaca, Morelos.