

JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
MODALIDAD B

PROYECTO:
“CASA HABITACIÓN 09”

ELABORADO POR: ING. REYNALDO MARTÍNEZ LÓPEZ
LIBRO OAX, TIPO UI, VOLUMEN 3, NÚMERO 42, AÑO 10

JUNIO DEL 2019

CAPÍTULO 1

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1. Nombre del proyecto

“Casa Habitación 09”

1.1.2. Ubicación del proyecto

El terreno forestal que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto, corresponde a la Fracción 9 del predio denominado “Tampalam”, ubicado en la carretera Río Indio - Punta Herrero, Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo.

1.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El plazo solicitado para la realización del cambio de uso del suelo es de 48 meses (4 años), conforme al programa calendarizado del proyecto. Es importante señalar que este plazo corresponde exclusivamente a las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto; puesto que la operación del proyecto o su vida útil, se estima en 50 años.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1. Nombre o razón social

C. Jorge José Zambrano Treviño.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

1.2.3. Domicilio para recibir u oír notificaciones

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

1.3. DATOS GENERALES DEL APODERADO LEGAL

1.3.1. Nombre o razón social

C. Rafael Castillo Alarcón, en su carácter de apoderado general del C. Jorge José Zambrano Treviño; como consta en la Escritura Pública Número 3650, Volumen Décimo Primero, Tomo “E”, de fecha 18 de enero de 2019.

1.3.2. Domicilio para recibir u oír notificaciones

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

1.4. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

1.4.1. Nombre o razón social

Ing. Reynaldo Martínez López, Prestador de Servicios Técnicos Forestales, persona física; como consta en el Libro OAX, Tipo UI, Volumen 3, Número 42, Año 10; oficio número SEMARNAT-SGPA-AR-1615-2010 de fecha 06 de septiembre del 2010.

1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

1.4.4. Dirección del responsable técnico del estudio

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

1.5. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

1.5.1. Carta firmada por el responsable técnico de la elaboración del estudio.

1.5.2. Tabla de cálculo para el pago de derechos, por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la autorización en materia de impacto ambiental del

citado proyecto, de conformidad con el Artículo 194-H, fracción II, de la Ley Federal de Derechos.

- 1.5.3.** Formato de pago e5.
- 1.5.4.** Recibo bancario de pago de contribuciones, productos y aprovechamientos Federales.
- 1.5.5.** Copia para cotejo de la Escritura Pública Número 3394 de fecha 7 de julio de 2018, que contiene el Contrato de Compraventa a Plazos con Reserva de Dominio del terreno forestal en estudio.
- 1.5.6.** Copia para cotejo de la Escritura Pública Número 3466 de fecha 13 de septiembre de 2018, que contiene la Cancelación de la Reserva de Dominio y la Consolidación de Propiedad del terreno forestal en estudio.
- 1.5.7.** Copia para cotejo del Instrumento Público Notarial Número 3,650 de fecha 18 de enero de 2019, a través del cual el C. Jorge José Zambrano Treviño, otorga a favor del C. Rafael Castillo Alarcón poder general.
- 1.5.8.** Copia de la identificación oficial del C. Jorge José Zambrano Treviño.
- 1.5.9.** Copia de la identificación oficial del C. Rafael Castillo Alarcón.
- 1.5.10.** Copia del Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste básicamente en la construcción de una casa habitación unifamiliar, acorde a los usos de suelo permitidos por los instrumentos de planeación y normatividad ambiental aplicables. La casa habitación será autosustentable, dado que los servicios como energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario, correrán por cuenta del promovente, mediante el empleo de tecnología de punta amigable con el medio ambiente.

En otro orden de ideas, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)¹, el proyecto que se propone a través del presente estudio, se trata de una actividad **Secundaria** económicamente hablando. El sector secundario es uno de los sectores en los que se divide la economía. Toma la materia prima producida por el sector primario (materia obtenida de la agricultura, de la ganadería, de la pesca, etc.) y la transforma en productos que son empleados por otras industrias (semielaborados) o en productos de consumo final (acabados).

En este sentido, se observa que la actividad económica por excelencia del sector secundario es la transformación de materia prima a través de las industrias, las cuales pueden ser clasificadas de acuerdo a la actividad o de acuerdo al producto.

¹ <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>

En sentido de lo anterior, tomando en cuenta la Clasificación para Actividades Económicas del INEGI², el proyecto se ubica dentro del Sector 23 “Construcción”. Se trata de grandes usuarios de los recursos naturales, ya que gran parte de sus insumos proviene de las manufacturas.

Este sector comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación; a la construcción de obras de ingeniería civil; a la realización de trabajos especializados de construcción como preparaciones a los suelos, y a la supervisión de la construcción de las obras con la finalidad de que se respeten los tiempos programados, así como la calidad conforme a lo estipulado y la reglamentación vigente (las unidades que supervisan no construyen ni son responsables del proyecto de construcción).

Existen diferencias sustanciales en las clases de equipo, habilidades de la fuerza laboral y otros insumos requeridos por las unidades económicas en este sector. Para resaltar esas diferencias, este sector está dividido en seis subgrupos. Las unidades económicas se dividen inicialmente en dos tipos: aquellas que se hacen cargo de proyectos para cuya realización se requieren varias actividades de construcción diferentes y las que se especializan en una sola actividad. Las unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación están separadas, a su vez, en edificación residencial, subgrupo 2361 y no residencial, 2363; en el subgrupo 2370 se clasifica la construcción de obras de ingeniería civil y los trabajos especializados que requieren habilidades y equipo específicos para obras de ingeniería civil, y en el subgrupo 2381 y 2382, se clasifican las unidades económicas dedicadas principalmente a actividades especializadas necesarias en la

² www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/205/download/5998

construcción de todo tipo de edificios y estructuras, como albañilería, pintura o trabajo eléctrico.

Dentro de dicho sector, el proyecto se cataloga en el subgrupo “2361 Edificación residencial”, es decir, unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación residencial y a la supervisión de la construcción de las edificaciones residenciales. Las unidades que supervisan no construyen ni son responsables del proyecto de construcción. Incluye a la supervisión de la construcción y al diseño en combinación con la edificación residencial.

La edificación puede ser construcción nueva, ampliación, remodelación, mantenimiento o reparación de las construcciones. Casas, condominios, departamentos. Incluye a la construcción de viviendas por cuenta propia y en terrenos propios para luego ser vendidas.

2.1.2. Objetivo del proyecto

Tal como fue mencionado con anterioridad, el nuevo uso de suelo que se le pretende dar a la superficie forestal sujeta a su aprovechamiento, consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar veraniega, con el equipamiento necesario que la convierte en una obra autosustentable.

2.1.3. Ubicación física

El terreno forestal donde se llevará cabo el proyecto corresponde a la Fracción 9 del predio denominado Tampalam, ubicado en la carretera Río Indio - Punta Herrero, Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo; con las siguiente medidas y colindancias:

- Al Norte en 240.00 metros con Fracción 8.
- Al Sur en 240.00 metros con propiedad del C. Tomás Valencia.
- Al Este en 100.57 metros con Zona Federal Marítimo Terrestre.
- Al Oeste en 72.68 metros, con Terrenos Nacionales denominado Manglares.
- Superficie: 20,755.25 metros cuadrados.

En la **Tabla 1** se presentan los datos generales del terreno forestal donde se pretende desarrollar el proyecto.

TABLA 1. TERRENO FORESTAL DEL PROYECTO							
Predio	Propietario	Superficie total (m ² /ha)	Superficie sujeta a CUSTF (m ² /ha)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Tipo (s) de vegetación y usos de suelo	Afectación permanente (m ² /ha)
Fracción 9 "Predio Tampalam"	Jorge José Zambrano Treviño	20,755.25	599.139	Privada	Escritura Pública Número 3394	Manglar	0.00
							0.00
		2.75	0.059			Matorral costero (Duna costera Conforme al INGEI)	599.139
							0.059
		Sin vegetación aparente				0.00	
						0.00	

En la **Tabla 2** se presentan los vértices que conforman el polígono del predio, y en los planos siguientes se muestra su ubicación geográfica a nivel local y regional.

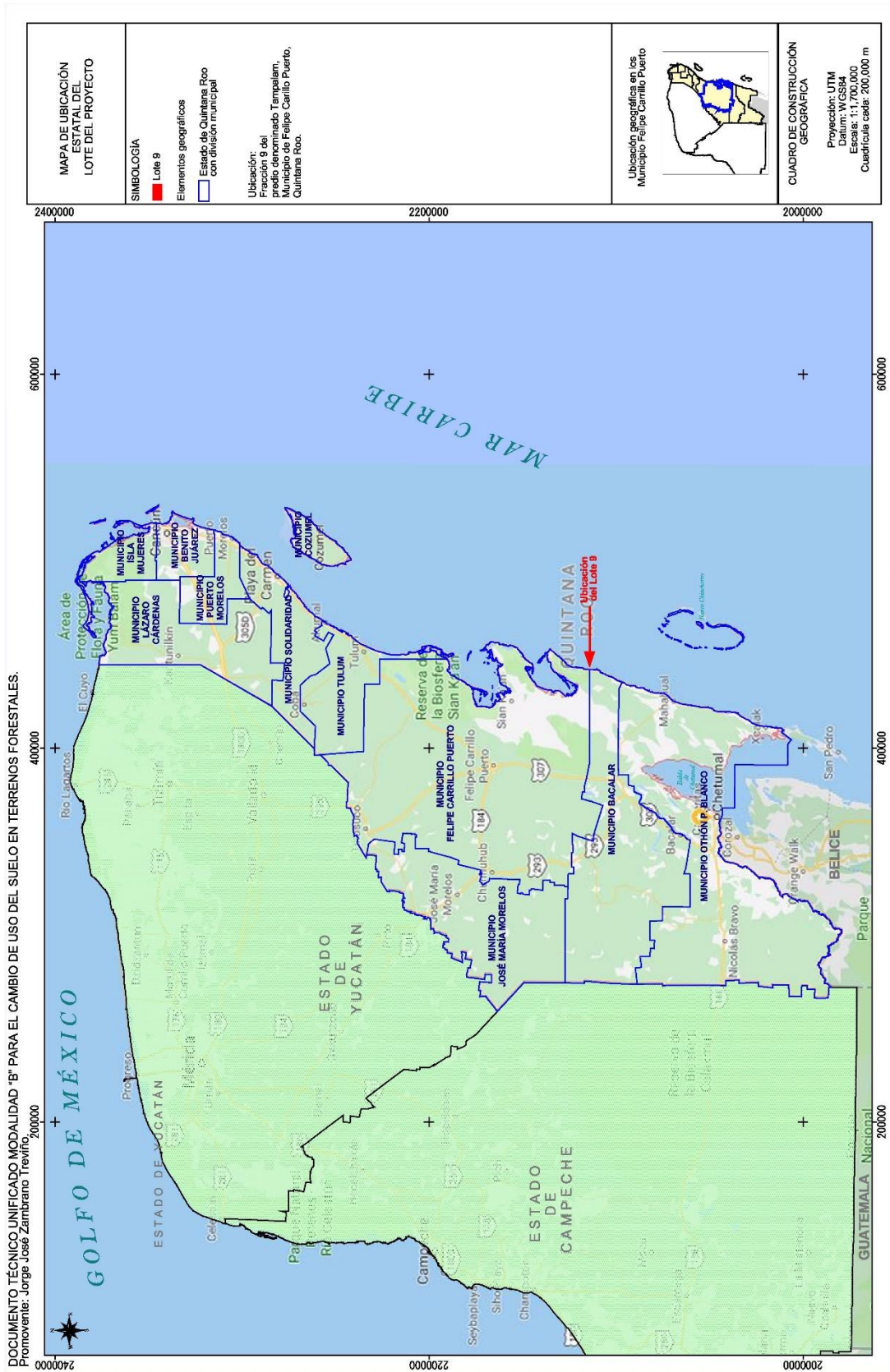
TABLA 2. VÉRTICES DEL PREDIO		
Vértice	X	Y
1	442105.7775	2114125.5100
2	441865.7700	2114125.5300
3	441861.7500	2114052.9600
4	442100.1300	2114025.1000

2.1.4. Selección del sitio

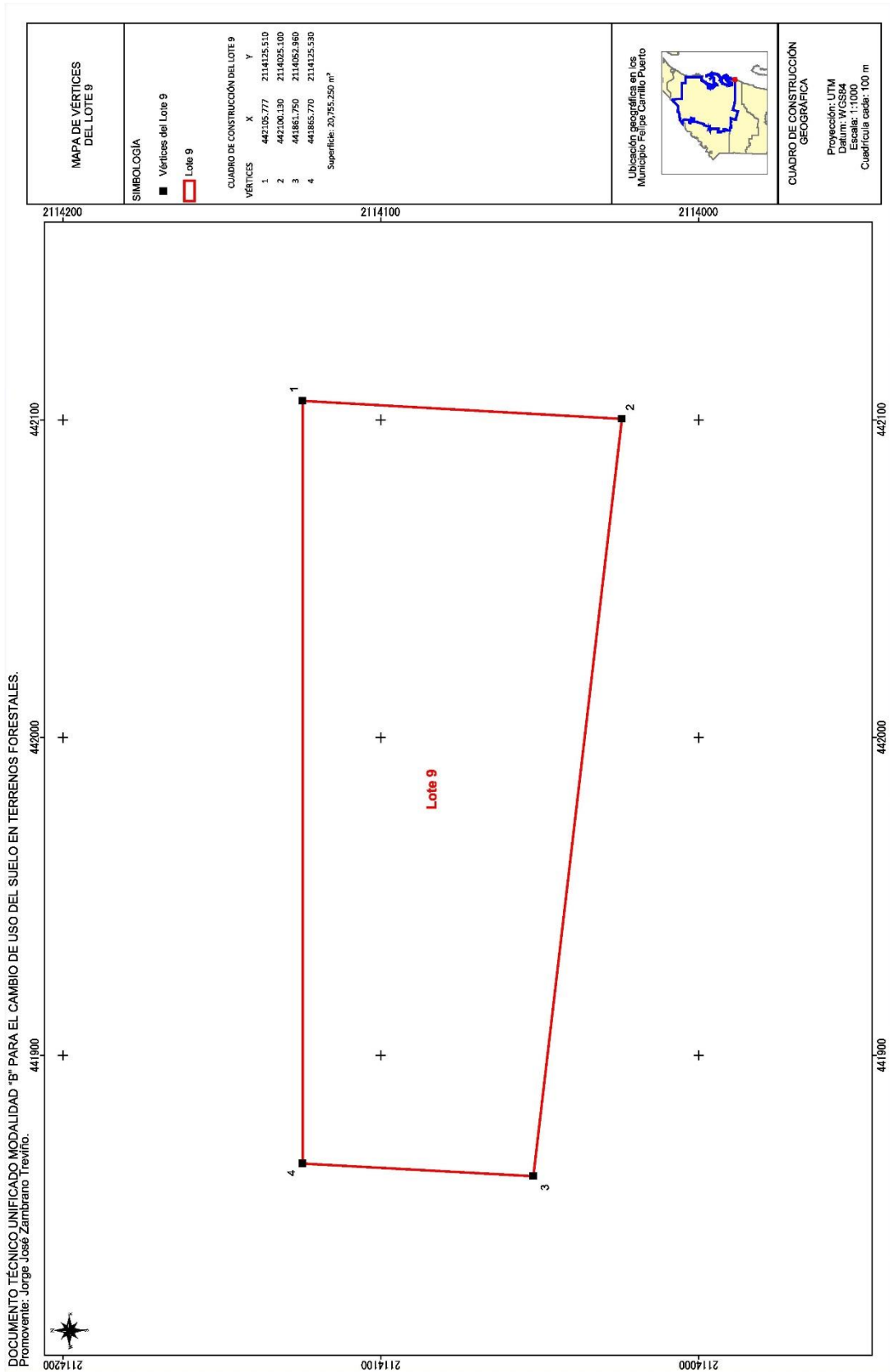
El sitio para desarrollar el proyecto fue seleccionado de acuerdo con la oferta de venta que existía en la zona, tomando en cuenta los usos permitidos conforme a los instrumentos de planeación y regulación que estaban vigentes para el año 2018, como es el caso del Decreto por el que se crea la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an; así como el Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an; ya que ambos instrumentos normativos permiten la construcción de una casa habitación de hasta 400 m² de construcción, 4.5 baños y una cocina.

Adicionalmente, se tomaron en cuenta criterios ambientales, sociales y económicos para el desarrollo de este proyecto, entre los que destacan los siguientes:

- I. El proyecto se encuentra inmerso en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, una de las zonas mejor conservadas de la Región y con una playa inmejorable, lo que ofrece un paisaje idóneo para vacacionar en completa tranquilidad y en armonía con los recursos naturales que existen en la zona; con amplios espacios y un frente de playa apto para el esparcimiento y la recreación familiar.







- II. El sitio del proyecto presenta vegetación de duna costera y manglar de acuerdo con la clasificación del INEGI; sin embargo, la duna se puede diferenciar en una duna primaria propiamente dicha y matorral costero; por lo tanto, es posible desplantar una vivienda dentro de la zona de matorral costero, conservando los elementos naturales de la duna primaria y del manglar; es decir, sin contravención de lo que establecen los instrumentos normativos vigentes en la materia.
- III. No existe problemas con la tenencia de la tierra, pues la promovente es legítima propietaria del terreno forestal de interés; por lo que no se afectan predios aledaños, ni intereses sociales o de terceros.

2.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

a) Vías de acceso

Actualmente la única vía terrestre que existe para llegar al predio, es la Carretera Costera Río Indio – Punta Herrero, se trata de una vialidad de buena calidad con tramos hechos de concreto y otros tramos con asfalto. El recorrido se continúa a través de un camino rústico costero que atraviesa “Pulticub”, hasta llegar al predio.

Por vía aérea se llega al Aeropuerto Internacional de Cancún, y desde allí se toma transporte público o privado, transitando por la Carretera Federal 307 hasta llegar al entronque donde se ubica la carretera costera a Mahahual, donde se toma la desviación hacia la Carretera Costera Río Indio – Punta Herrero.

b) Drenaje sanitario

No existe drenaje sanitario en la zona donde se ubica el sitio del proyecto, por lo que será necesaria la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales consistente en un "Biodigestor de la marca Rotoplás" como tratamiento primario; un humedal artificial de flujo subsuperficial para tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta, como fase secundaria del tratamiento; y finalmente la desinfección del agua como tratamiento terciario a través de luz UV, para obtener un efluente final adecuado para su uso en el riego de áreas verdes. A continuación, se describen cada una de las etapas de tratamiento que se proponen:

Tratamiento primario: asentamiento y biodegradación anaerobia de sólidos

Para la primera fase del tratamiento de las aguas residuales que generará el proyecto, se instalará un "Biodigestor autolimpiable" de la marca Rotoplás, con capacidad de 3,000 litros (25 usuarios en zonas rurales), con una aportación estimada de 130 litros/día (según especificaciones técnicas de la marca).



Considerando lo anterior, se estima que dicho biodigestor tiene la capacidad de almacenar y tratar hasta 3.25 m³ de agua al día. Cabe mencionar que el número máximo estimado de personas que ocuparán la vivienda, será de 7, y se optó por elegir un biodigestor de esa capacidad con la intención de no rebasar la capacidad máxima de tratamiento del sistema propuesto, considerando que este componente es sólo para la etapa primaria de tratamiento; siendo su funcionamiento el siguiente.

1. Entrada de agua residual. Desde la fuente emisora llega el agua residual e ingresa hasta el fondo del biodigestor donde es separada el agua de los sólidos.
2. Separación de lodos y agua. Una vez en el tanque, los sólidos pesados se precipitan al fondo y se sedimentan, dejando el agua con sólidos de menor densidad.
3. Digestión anaerobia. Una vez depositados los lodos, estos pasan a través de una cama, en donde, a través de un proceso de biodegradación anaerobia por bacterias, los sólidos son degradados
4. Filtro anaerobio (tercera etapa). En su interior hay esferas Biolam, los cuales tienen en su superficie bacterias que se encargan de completar el tratamiento de filtrado de efluentes.
5. Salida de agua tratada a humedal artificial.

La materia solida de los desechos se descompone a través de las bacterias anaerobias y se va asentando en la parte cónica del Biodigestor, estos lodos que quedan se sacan al registro de lodos después de un año o año y medio según el uso y capacidad del mismo. Para el mantenimiento no se necesita de ningún

técnico especializado ya que es un procedimiento fácil y práctico de hacer, siguiendo estos sencillos pasos.

1. La primera extracción de lodos debe hacerse a los 12 meses posteriores a la fecha de inicio de operación, para poder estimar el intervalo necesario entre las operaciones de acuerdo con el volumen de lodos acumulados en el biodigestor (preferentemente cada 1 o 2 años).
2. Para hacerlo debe abrirse la válvula de extracción de lodos que hace que los que estén alojados en el fondo del tanque salgan por gravedad.
3. Primero salen de dos a tres litros de agua de color beige, luego se eliminan los lodos estabilizados (oscuros inoloros de color café).
4. Se cierra la válvula inmediatamente cuando vuelve a salir agua de color beige. Si se observa alguna dificultad en la salida de lodos se debe remover el fondo utilizando un tubo.
5. En la cámara de extracción de lodos, la parte líquida del lodo se depositará nuevamente en el biodigestor; quedando retenida la materia orgánica después de secar; que puede llegar a convertir en un polvo negro que puede utilizarse como fertilizante.
6. Es importante adicionar cal en polvo al lodo extraído para eliminar microorganismos restantes. La cantidad de este dependerá de la cantidad de lodo y de la frecuencia de mantenimiento.

7. Se recomienda limpiar el filtro anaeróbico echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada tres o cuatro extracciones de lodos.

Tratamiento secundario: filtración y biodegradación

Para esta etapa del tratamiento de las aguas residuales, se instalará un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial, que recibirá las aguas pretratadas provenientes del biodigestor.

Los humedales artificiales son sistemas técnicos que se diseñan y construyen para utilizar procesos naturales que incluyen la propia vegetación del humedal, el suelo, y el crecimiento bacteriano adherido (biofilm) para realizar el tratamiento de las aguas residuales. Están diseñados para potenciar los procesos que ocurren en los humedales naturales, pero en este caso en un ambiente controlado. En función de la forma de vida de las macrofitas predominantes, los humedales artificiales se pueden clasificar como sistemas de macrofitas flotantes, de hojas flotantes, de plantas emergentes enraizadas y de macrofitas sumergidas. Otra clasificación responde a la hidrología del humedal: de flujo subsuperficial y de flujo en lámina libre. Los de flujo subsuperficial según el sentido del flujo se dividen en horizontales y verticales.

Los humedales de flujo horizontal sub-superficial (como el que será implementado para el proyecto), consisten en un lecho de gravilla sellado con un material impermeable y plantado con plantas emergentes enraizadas. El agua residual fluye casi horizontalmente a través del material poroso por debajo de la superficie del lecho (subsuperficial) hasta alcanzar la zona de salida. En el lecho de filtración, la contaminación es eliminada por degradación bacteriana y mecanismos físicos y químicos en una intrincada red de zonas aerobias, anóxicas y anaerobias. Las zonas

aerobias están restringidas a las áreas adyacentes a las raíces donde el oxígeno se libera hacia el sustrato.

Debido a su nula demanda de energía y a lo sencillo de su explotación y mantenimiento, este tipo de humedales son una buena alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de núcleos pequeños y del ámbito rural.

En los humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial, la circulación del agua se realiza a través de un medio granular, con una profundidad que depende del tamaño y alcance de las raíces de las plantas. La vegetación se planta en este medio granular y el agua está en contacto con los rizomas y raíces de las plantas (CONAGUA 2015). La vegetación transfiere una pequeña cantidad de oxígeno al área de raíz para que las bacterias aeróbicas puedan colonizar el área y degradar los orgánicos (TILLEY *et al*/2014). En la **Figura 1** se observa un ejemplo de este tipo de humedales.



Figura 1. Ejemplo de un humedal de flujo horizontal subsuperficial.

El diseño del área superficial del humedal depende del objetivo de tratamiento y de la calidad y la cantidad del afluente. Incluye decisiones sobre la cantidad de trayectorias de flujo paralelo y compartimentación. La eficiencia de remoción del humedal es una función del área de superficie (largo por ancho), mientras que el área transversal (ancho por profundidad) determina el flujo máximo posible. Generalmente se requiere una superficie de 5 a 10 m² por persona (TILLEY *et al.* 2018). El lecho debe estar forrado con un revestimiento impermeable (arcilla o geotextil) para prevenir la lixiviación. Debe ser ancho y poco profundo para maximizar la trayectoria del flujo del agua en contacto con las raíces de la vegetación. Debe usarse una zona amplia para la entrada, con el fin de distribuir el flujo de manera uniforme y evitar obstrucciones. La salida debe ser variable para que la superficie del agua pueda ajustarse y así optimizar el rendimiento del tratamiento (TILLEY *et al.* 2018).

Comúnmente, se usa como material filtrante grava pequeña, redonda y de tamaño uniforme (de 3 a 32 mm de diámetro) para llenar el lecho de 0.5 a 1 m. de profundidad. Para limitar las obstrucciones, la grava debe estar limpia y libre de finos. También se puede usar arena, pero es más propensa a obstrucciones que la grava. En años recientes otros materiales de filtro alternativos, como PET, también se han usado con éxito (TILLEY *et al.* 2018). El espesor del lecho depende de la profundidad que puedan alcanzar las raíces de las macrófitas, pero un humedal de flujo subsuperficial típico presenta un espesor de lecho de 30 a 70 cm (CONAGUA 2015). El nivel del agua en el humedal debe mantenerse de 5 a 15 cm por debajo de la superficie para garantizar el flujo subsuperficial (TILLEY *et al.* 2018).

Cualquier planta nativa con raíces profundas y anchas que pueda crecer en un entorno húmedo y rico en nutrientes es adecuada para este tipo de humedal. La

Phragmites australis (carrizo) es una opción común porque forma rizomas horizontales que penetran toda la profundidad del filtro.

El pretratamiento y el tratamiento primario es esencial para prevenir obstrucciones y garantizar un tratamiento eficiente (por eso el uso del biodigestor). El afluente puede ser aireado por un torrente de entrada para respaldar los procesos que dependen del oxígeno, como la nitrificación y la reducción de DBO (TILLEY *et al.* 2018). En la **Figura 2** se muestra el diseño conceptual de un humedal de flujo horizontal subsuperficial.

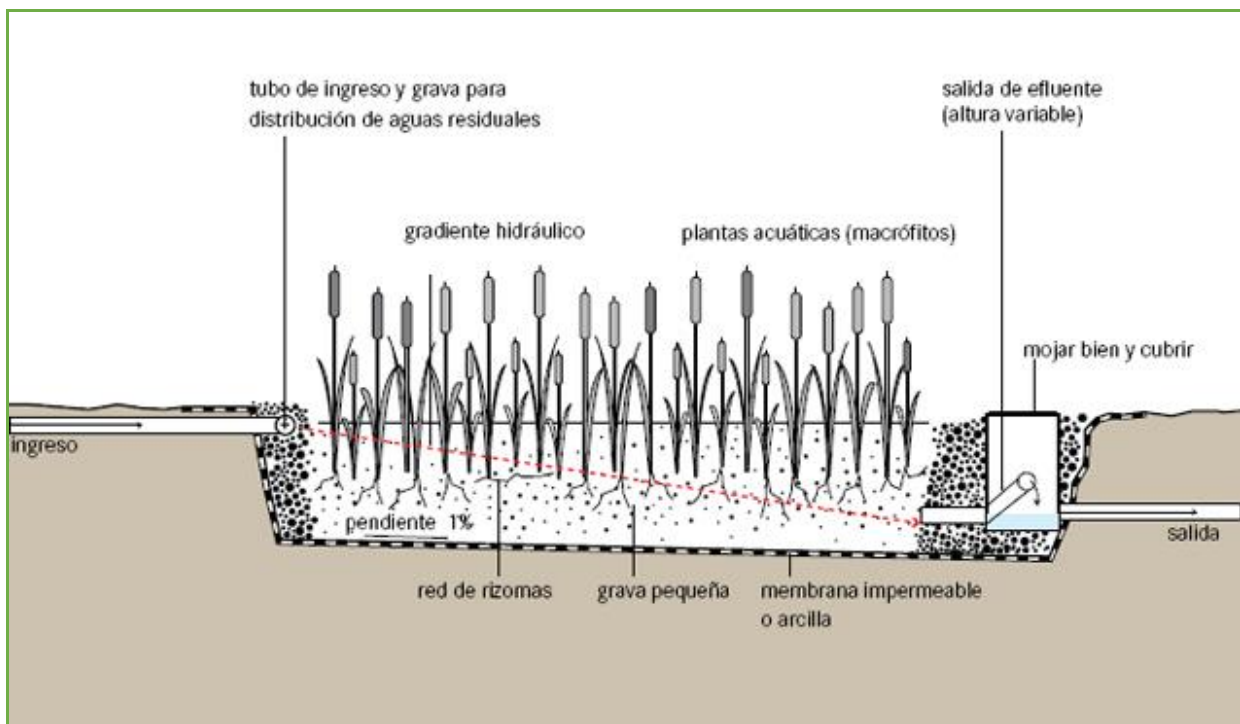


Figura 2. Esquema de diseño de un humedal de flujo horizontal subsuperficial.

Referencia bibliográfica

- CONAGUA (2015): Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Zonas Rurales, Periurbanas y Desarrollos Ecoturísticos. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), libro 31. México D.F. (México): Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- CONAGUA (2015) Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Humedales Artificiales. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), libro 30. México D.F. (México): Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- CONAGUA (2015): Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Procesos avanzados con fines de reúso. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), libro 35. México D.F. (México): Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- TILLEY, E., ULRICH, L., LÜTHI, C., REYMOND, P., SCHERTENLEIB, R., y ZURBRÜGG, C. (2018): Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Dübendorf (Suiza): Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag), 2da. edición revisada.

Una vez analizado y consultado el diseño óptimo de un humedal artificial, el proyecto propone la construcción de un humedal de flujo horizontal subsuperficial con dimensiones de 5 x 6.5 metros, es decir, con una superficie de tratamiento de 32.5 m², siguiendo la recomendación de usar 5 m² de tratamiento por persona, pues el agua residual vendrá con un tratamiento primario desde el biodigestor.

El espesor del lecho del humedal será de 50 cm (estando en el rango recomendado) y estará compuesto por grava pequeña, redonda y de tamaño uniforme (de 3 a 32 mm de diámetro). El nivel del agua en el humedal se mantendrá de 5 cm por debajo del lecho.

La laguna o depósito del humedal será construido con concreto armado y acabado aplanado, con una pendiente del 1%; y toda la superficie de contacto estará cubierta con una membrana geotextil como material impermeable para evitar la filtración de lixiviados. En la **Tabla 3** se indican las especificaciones técnicas del humedal que se propone para el proyecto.

TABLA 3. ESPECIFICACIONES DEL HUMEDAL ARTIFICIAL						
CONCEPTO	DIMENSIONES (cm)					SUPERFICIE (m ²)
	Largo	Ancho	Profundidad	Altura	Espesor	
Laguna o depósito	650	500	72	92	20	32.50
Lecho	610	460	N/A	N/A	50	-
Nivel de agua	N/A	N/A	45	45	N/A	-

Considerando lo anterior, para la construcción del humedal artificial se requiere el cambio de uso del suelo en una superficie de 32.50 m². La especie a utilizar será *Phragmites australis* (carrizo), con una densidad de siembra de 5 individuos por metro cuadrado.

En la **Figura 3** se muestra el diseño del humedal superficial propuesto para el proyecto en el tratamiento secundario de las aguas residuales.

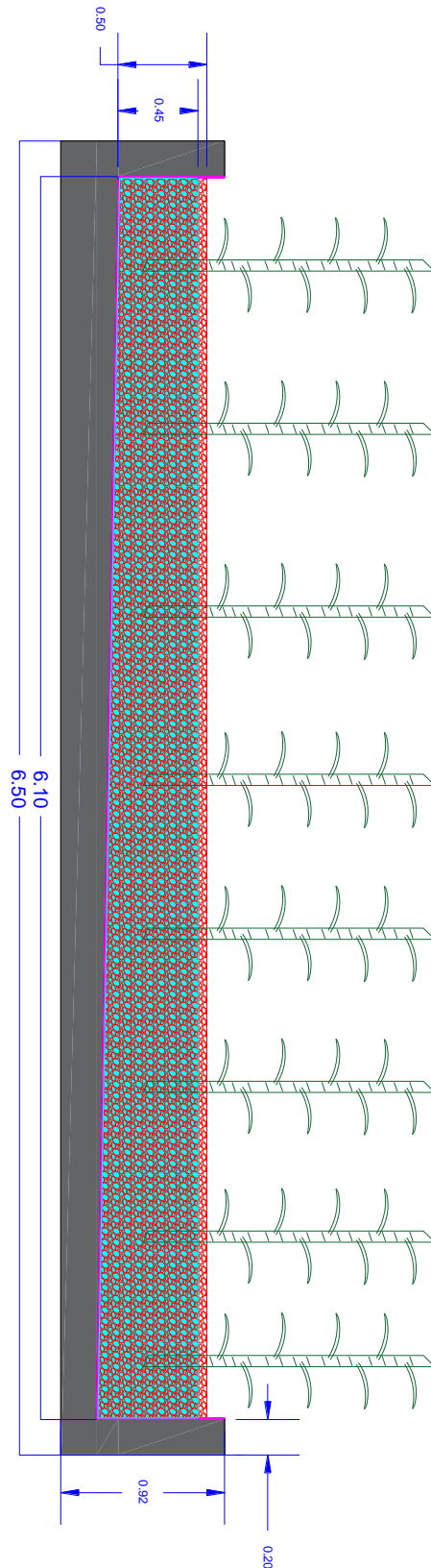


Figura 3 . Diseño del humedal artificial propuesto para el proyecto

Tratamiento terciario: desinfección del agua tratada

Para la etapa final de tratamiento del agua residual se utilizará "Radiación UV", ya que es de acción local e instantánea, y no deja residuos o subproductos así que es ideal para agua en contacto con personas, flora o fauna; sin embargo, exige que el agua a desinfectar tenga una turbiedad y contenido de sólidos bajos para actuar apropiadamente; lo que se soluciona con el tratamiento en las etapas anteriores previamente descritas (biodigestor y humedal artificial).

Para este tipo de desinfección se propone utilizar un "Sistema Purificador Con Lámpara UV de 3 etapas de la marca "Evans UV-30" o similar, de acuerdo con las exigencias del mercado y del volumen de agua a tratar. En la **Figura 4** se muestra este tipo de purificador.



Figura 4. Sistema purificador con Lámpara UV

A diferencia de los métodos químicos para la desinfección de aguas, la luz UV proporciona una inactivación rápida y eficiente de los microorganismos mediante un proceso físico. Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a las longitudes de onda germicidas de la luz UV, se vuelven incapaces de reproducirse e infectar.

La luz ultravioleta (UV) es una forma de luz invisible al ojo humano. Ocupa la porción del espectro electromagnético situada entre los rayos X y la luz visible. El sol emite luz ultravioleta; sin embargo, la capa de ozono terrestre absorbe gran parte de ella.

Una característica única de la luz UV es que un intervalo específico de sus longitudes de onda, el comprendido entre los 200 y los 300 nanómetros (una milmillonésima parte de un metro), se clasifica como germicida, es decir, puede inactivar microorganismos como bacterias, virus y protozoos. Esta capacidad ha permitido la adopción generalizada de la luz UV como una forma respetuosa con el medio ambiente, sin sustancias químicas y muy eficaz para desinfectar y proteger el agua frente a microorganismos perjudiciales.

Los microorganismos se desactivan por medio de la luz UV como resultado del daño a los ácidos nucleicos. El ADN y el ARN celular absorben la energía alta asociada con la energía UV de longitud de onda corta, principalmente a 254 nm. Esta absorción de energía UV forma nuevos enlaces entre nucleótidos adyacentes creando dobles enlaces o dímeros. La dimerización de las moléculas adyacentes, especialmente de las timinas, constituye el daño fotoquímico más frecuente. La formación de numerosos dímeros de timina en el ADN de bacterias y virus impide la replicación y la capacidad de infectar.

c) Agua potable

Dado que se permite la construcción de un pozo por predio con vivienda unifamiliar, entonces la obtención de agua potable se realizará por medio de este sistema de abastecimiento; sin embargo, es importante aclarar que en esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, **sólo se solicita la autorización para llevar a cabo la remoción de la vegetación y despalme de la superficie que ocupará el pozo. No se solicita la autorización para la construcción y operación** del mismo, pues el trámite para obtener la concesión o autorización para esa obra, le corresponde a la Comisión Nacional del Agua en el ámbito de sus atribuciones.

Adicionalmente al pozo, se instalará un sistema recolector de agua de lluvia en la azotea de la vivienda, que será conducida a través de una serie de canaletas con rejilla (**Figura 5**) para la separación de sólidos; hacia una cisterna de almacenamiento de 1200 litros de la marca Rotoplas (**Figura 6**).



Figura 5. Canaleta con rejilla



Figura 6. Cisterna Rotoplas de 1200 litros

d) Energía eléctrica

No se cuenta con el servicio de energía eléctrica en la zona donde se ubicará el proyecto, por lo que se optará por instalar sistemas alternativos para el suministro del servicio, como los que se describen a continuación.

Paneles solares. Se instalará en la azotea de la vivienda este sistema alternativo que aprovecha la energía lumínica del sol, para transformarlo en energía eléctrica, como se ejemplifica en la **Figura 7**.



Figura 7. Ejemplo de paneles solares instalados en la azotea de un edificio.

Lámparas con fotoceldas. Todas las lámparas de exterior de la vivienda funcionarán con fotoceldas, es decir, con dispositivos electrónicos que son capaces

de producir una pequeña cantidad de corriente eléctrica al ser expuesta a la luz para controlar el encendido-apagado de lámpara (**Figura 8**).

Lámparas con panel solar. La iluminación del camino de acceso y áreas exteriores, se realizará mediante lámparas Led de 24w con panel solar del tipo alumbrado público suburbano (**Figura 9**).

Calentador solar. Para la obtención de agua caliente se instalará un calentador solar. Es un calentador de agua alternativo a un calentador de gas o eléctrico, que utiliza como fuente de energía la radiación solar para calentar el agua, almacenándola en un termo tanque, el cual provee a la red hidráulica de agua caliente. El principio bajo el cual trabaja el calentador es por efecto de termosifón, es decir se aprovecha el calentamiento del agua para almacenarla en un tanque, el cual se encuentra en la parte más alta del colector. El agua fría es alimentada por la parte inferior del panel solar y al irse calentando por diferencia de temperaturas, el agua caliente sube y la fría baja (**Figura 10**).



Figura 8. Fococelda



Figura 9. Lámpara y panel solar



Figura 10. Calentador solar

2.1.6. Inversión requerida

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto en sus etapas de preparación del sitio y construcción, se requiere una inversión de \$10'500,000.00 (diez millones, quinientos mil pesos 00/100 M.N.), con una estimación en la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación de \$350,000.00 (trescientos cincuenta mil pesos 00/100 M. N.); lo que arroja una inversión total de \$10'850,000.00 (diez millones ochocientos cincuenta mil pesos 00/100 M. N.).

2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

2.2.1. Dimensiones del proyecto

De manera general el proyecto contempla una superficie de aprovechamiento de 599.139 m², es decir, el 2.89% de la superficie total del predio; en la que quedarán distribuidas las siguientes obras (**Tabla 4**):

TABLA 4. DIMENSIONES DEL PROYECTO		
OBRAS	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
Sistema de tratamiento de aguas residuales	63.296	0.30
Biodigestor (tratamiento primario)	6.25	0.03
Registro de lodos para biodigestor	0.563	0.00
Laguna para secado de lodos	10.00	0.05
Humedal artificial (tratamiento secundario)	32.50	0.16
Área de desinfección (tratamiento terciario)	3.375	0.02
Instalación sanitaria	10.608	0.05
Casa habitación unifamiliar	399.902	1.93
Vivienda	323.50	1.56
Palapa con ½ baño	28.00	0.13

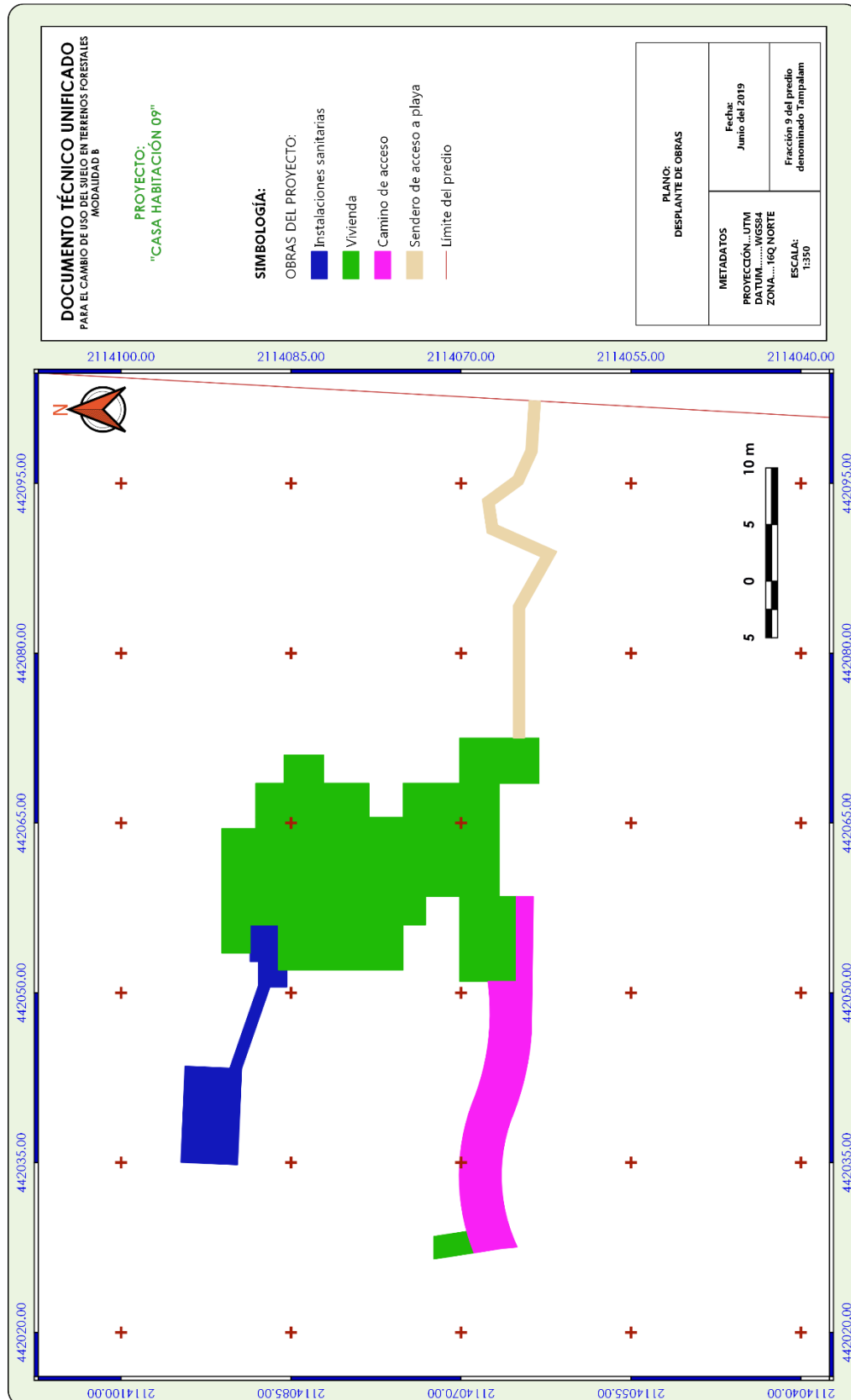
TABLA 4. DIMENSIONES DEL PROYECTO		
OBRAS	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
Área para pozo y cisterna	4.50	0.02
Depósito de residuos y composta	6.402	0.03
Estacionamiento	37.50	0.18
Camino de acceso	100.602	0.48
Sendero de acceso a playa	35.340	0.17
Total	599.139	2.89

En el plano siguiente se muestra la distribución de las obras propuestas para el presente proyecto, acorde al uso de suelo que se le pretende dar a la superficie de aprovechamiento proyectada; y a continuación se describen sus dimensiones y características principales.

a) Sistema de tratamiento de aguas residuales

Esta obra fue descrita a detalle en el apartado 2.1.5, inciso b), de este capítulo; y estará integrado de una etapa de tratamiento primario con un biodigestor, su registro de lodos y el depósito de lodos. El biodigestor se encargará de hacer la primera depuración del agua. El registro de lodos servirá para depositar los sólidos que se extraigan del biodigestor y para la aplicación de la cal; y el depósito de lodos servirá para almacenar los sólidos que se extraigan del registro, para su posterior secado y estabilización. Todas estas obras estarán interconectadas a través de un sistema de tuberías o instalaciones sanitarias, según sea el caso.

La etapa secundaria se realizará a través del humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial, que se conectará al biodigestor a través de tuberías o instalaciones sanitarias, según corresponda (continúa en la página 32).



Finalmente contará con un área específica para la instalación del sistema de desinfección a base de radiación UV, que estará conectado al humedal a través de tubería o instalación sanitaria (ver plano de la página siguiente).

b) Casa habitación unifamiliar

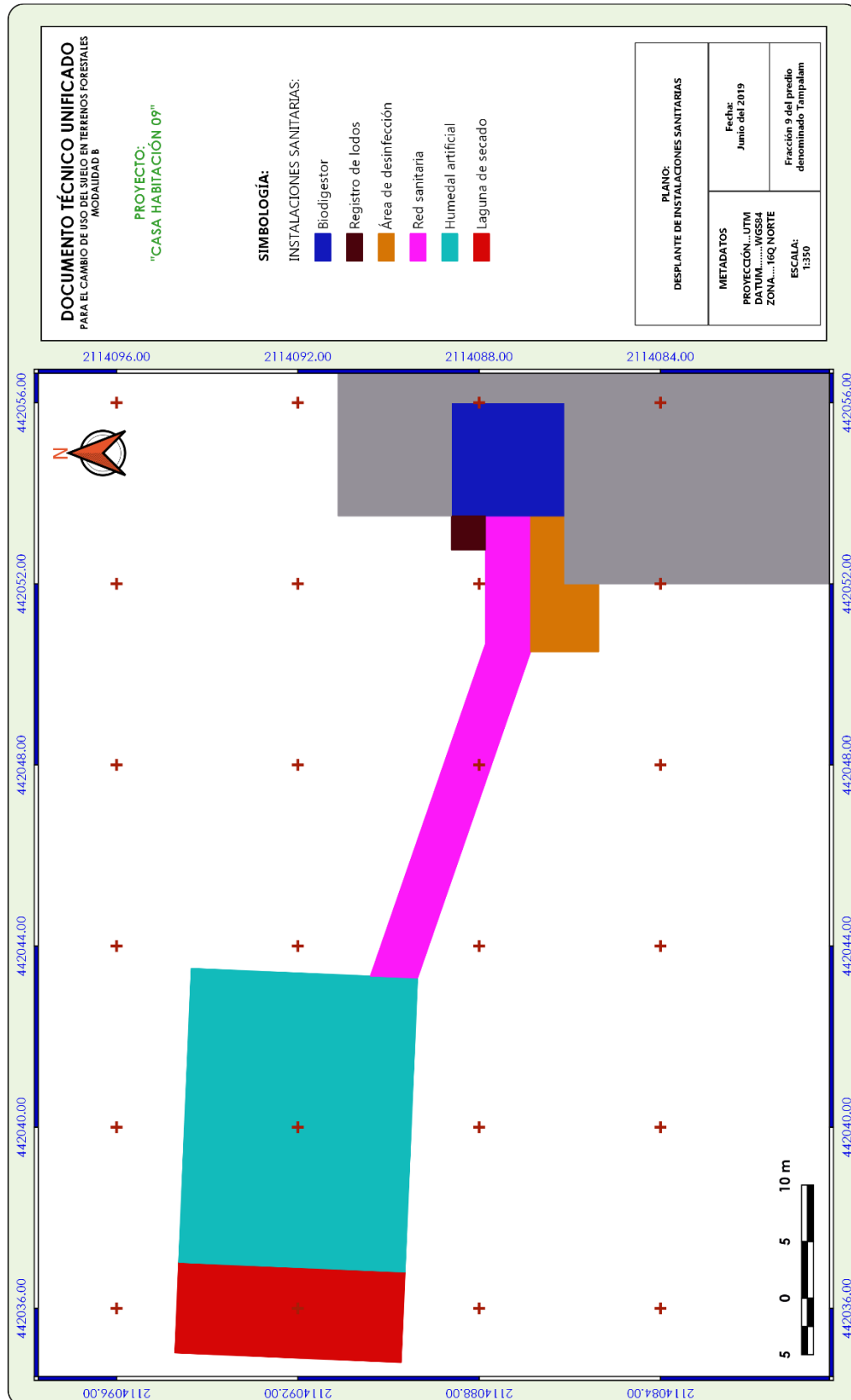
Esta es la obra principal del proyecto. Se trata de una vivienda para uso de 7 personas como máximo. Tendrá un solo nivel y estará complementada por un estacionamiento, una palapa de uso múltiples con ½ baño; terrazas; así como un cuarto de velador con baño completo; y estará integrada de las siguientes áreas:

Área privada. Constará de 1 recámara principal con closet y baño completo; 2 recámaras con baño completo compartido; 2 recámaras adicionales con baño completo compartido; y el cuarto del velador con baño completo. Todo interconectado mediante pasillos amplios.

Área social. Estará integrada por una sala amplia; un comedor amplio; una palapa de usos múltiples con medio baño; terrazas y pasillos. Todo interconectado mediante pasillos amplios.

Área de servicios. Estará compuesta por una cocina; un cuarto de lavado, un área para depósito de residuos, complementado por un amplio estacionamiento con capacidad para 3 vehículos. Adicionalmente se contempla la construcción de una cisterna que estará conectada a un pozo, y que proveerá de agua a la vivienda (a futuro).

Continúa en la página 34.



La altura máxima de la vivienda será de 4 metros, en tanto que la palapa tendrá como máximo 8 metros, a partir del nivel natural del terreno. En la **Tabla 5** se describen las dimensiones de cada obra que integra la vivienda.

TABLA 5. DIMENSIONES DE LA VIVIENDA		
OBRAS	SUPERFICIE (m²)	PORCENTAJE (%)
ÁREA PRIVADA	139.254	0.67
Recámara principal con closet	31.504	0.15
Recámara 1	16.00	0.08
Recámara 2	16.00	0.08
Recámara 3	16.00	0.08
Recámara 4	16.00	0.08
Cuarto del velador	12.00	0.06
Baño completo para recámara principal	7.50	0.04
Baño completo para recámara 1 y 2	9.00	0.04
Baño completo para recámara 3 y 4	9.00	0.04
Baño del cuarto del velador	6.25	0.03
ÁREA SOCIAL	185.25	0.89
Sala	27.50	0.13
Comedor	22.50	0.11
Terrazas	32.75	0.16
Palapa de usos múltiples con ½ baño	28.00	0.13
Pasillos	74.50	0.36
ÁREA DE SERVICIOS	75.402	0.36
Cisterna	3.50	0.02
Área para pozo	1.00	0.00
Cocina	18.00	0.09
Cuarto de lavado	9.00	0.04
Estacionamiento	37.50	0.18
Área para depósito de residuos	6.402	0.03
Total	399.902	1.93

Conforme a los datos presentados en la tabla que antecede, se determina que el desplante de la vivienda será de 399.902 m², distribuidos en un solo nivel, como se muestra en el plano de la página siguiente.

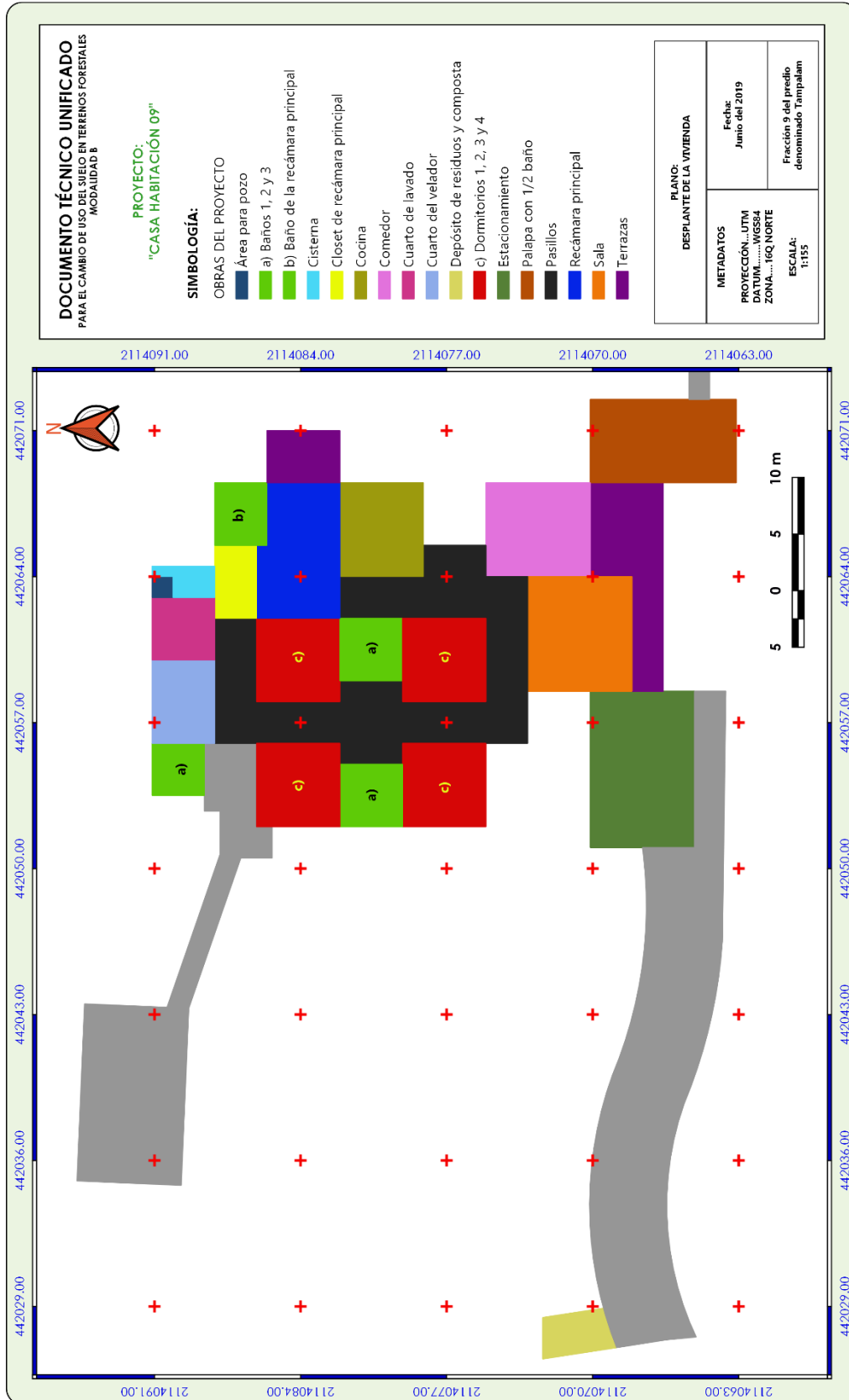
c) Camino de acceso

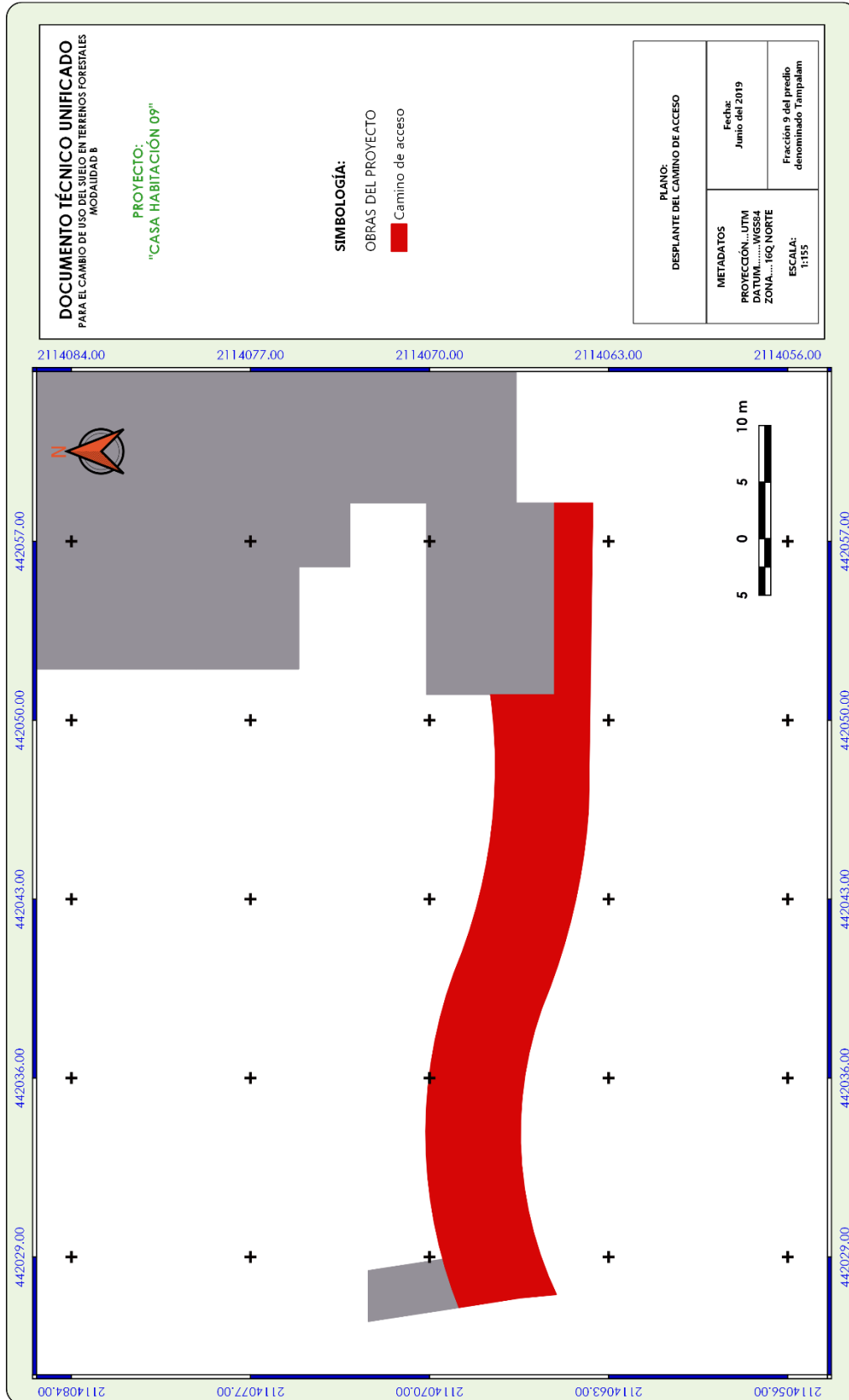
Esta obra consiste en un camino que interconectará la vivienda, con el antiguo camino costero que existe en la zona. Cabe mencionar que dicha conexión es posible, dado que el camino costero antiguo se interna parcialmente dentro del terreno forestal en estudio, lo que permitirá desplantar la sección inicial del camino de acceso del proyecto, a partir de ese camino antiguo.

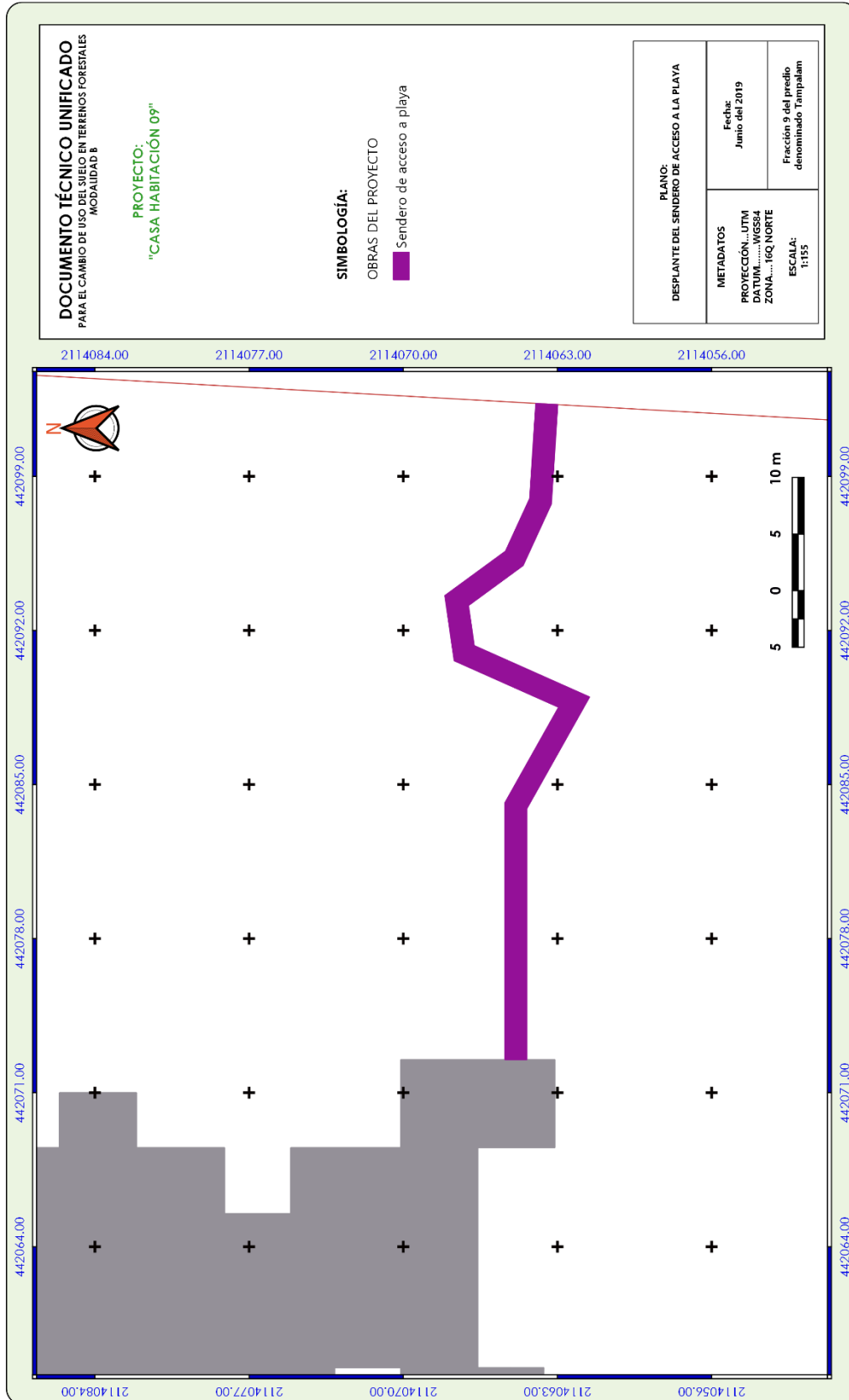
El camino es de tipo rústico, es decir, no será pavimentado ni cubierto con algún tipo de material, más que el suelo natural propio de la zona. El ancho del camino es variable, presentando 4 metros en su sección más amplia, como se muestra en el plano de la página 37.

d) Sendero de acceso a la playa

Esta obra complementaria del proyecto, consiste únicamente en la delimitación con piedra caliza o estacas de madera, de un sendero rústico que atraviesa la duna costera en forma de zig-zag, por lo que no implica el desplante de obras permanentes ni el sellado del suelo. La trayectoria del sendero se definió con la premisa de evitar la afectación de vegetación arbórea o arbustiva, y pretende ocupar, en su mayor parte, áreas con vegetación herbácea dispersa. En la página 38 se muestra la ubicación del sendero.







2.2.2. Preparación del sitio

A continuación, se describen las actividades a realizar durante esta etapa del proyecto, la cual considera la descripción del desmonte de las áreas sujetas a su aprovechamiento, principal actividad que implica el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

a) Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento

A través de un levantamiento topográfico se realizarán los trazos para la delimitación y marcaje de las áreas donde se realizará la remoción de vegetación forestal, este procedimiento comprende una serie de medidas efectuadas en campo utilizando instrumentos de medición y equipo para georreferenciar, como teodolitos, estaciones totales y GPS, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para levantamientos geodésicos.

El método a aplicar para esta actividad consiste en “Topografía plana”, ya que esta se utiliza para abarcar superficies reducidas y se realizan despreciando la curvatura de la tierra, como se ejemplifica en las siguientes imágenes (**Figura 11**).



Figura 11. Trabajos de topografía en campo durante el desarrollo de una obra

b) Rescate de flora silvestre

Esta actividad se basa en el programa de rescate de flora silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el proceso. Se ejemplifica en las siguientes imágenes (**Figura 12**).



Figura 12. Trabajos de rescate de flora silvestre



Figura 12. Trabajos de rescate de flora silvestre

c) Traslado de plantas al vivero provisional

Se instalará un vivero temporal donde se trasladarán las plantas rescatadas y se les proporcionarán los cuidados necesarios para asegurar su sobrevivencia y sano crecimiento, hasta que sean susceptibles de utilizarse en las áreas de reforestación y/o ajardinado dentro del predio. Este vivero tendrá una superficie de 144 m², y estará ubicado en la zona donde se desplantará el estacionamiento de la vivienda.

d) Rescate de fauna silvestre

Esta actividad se basa en el programa de rescate de fauna silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el proceso (**Figura 13**).



Figura 13. Trabajos de rescate de fauna silvestre, de acuerdo con experiencias en campo

e) Desmonte del sitio

El desmonte de la vegetación se realizará una vez que sean liberadas las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre. Hay que considerar que el desmonte se realizará en forma gradual y por etapas, lo que permitirá ajustar el desplante para evitar afectaciones directas a la flora y fauna

silvestre. Previo al desmonte, se delimitarán las zonas que serán respetadas en estado natural y que se encuentra fuera del área de aprovechamiento proyectada.

El desmonte o remoción de la vegetación, se realizará con la ayuda de herramientas mecánicas y manuales como motosierra, hacha y machete, ya que el acceso al sitio dificulta el uso de maquinaria dentro de las áreas de aprovechamiento proyectadas. Esta actividad implica el siguiente proceso:

- a) Corte o talado de individuos de porte arbustivo y altura considerable (árboles), por una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm). Esta operación se ejecuta por medio de motosierra.
- b) Separación del fuste y el follaje. Se ejecuta por medio de motosierras, hacha o machete.
- c) Acopio de los fustes con el uso de vehículos menores o carretillas.
- d) Desbroce a través de la separación de los brazos del follaje y se ejecuta por medio de motosierras, hacha o machete.
- e) Retiro de tocones y raíces con el uso de picos, palas y barretas.

f) Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las obras. El espesor de la capa a despallar por lo general será de 10-20 cm o el que

especifique el proyecto para cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan:

Material tipo I. Son materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero o aradores manuales para aflojar el material.

Material tipo II. Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico.

El despalme desalojará vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. Se despalmará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 10-20 cm, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado.

El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa de la misma que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro del vivero provisional.

g) Picado del material vegetal

Una vez que se tenga acumulado el material orgánico producto del desmonte y desplante en el sitio final para su disposición, se procederá a realizar el picado del mismo, mediante hachas, tijeras y machetes. Parte del producto ya picado será dispersado por las áreas que serán conservadas en estado natural, para facilitar su

descomposición, y otra parte del mismo se utilizará para la reubicación de la vegetación que será rescatada.

h) Excavaciones

Para las obras que requieren de cimentación, así como instalaciones de tipo subterránea, se llevarán a cabo excavaciones a cielo abierto en el terreno natural, con el objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Esta actividad se realizará con herramientas manuales, tales como palas, picos, barretas y saca bocados.

i) Terraplenes

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de sub-rasante que indica el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes, cumplirán con lo establecido en las normas y reglamentos de construcción vigente, material para subrasantes, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión. Los materiales procederán de los cortes o bancos indicados en el proyecto o aprobados por la supervisión.

El equipo que se utilice para la construcción de terraplenes, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión, cuando se encuentre material de calidad inaceptable en el área de desplante del terraplén, el material será sustituido por otro de mejor calidad, para lo cual se abrirá una zanja de la profundidad necesaria como parte del despalme.

j) Acarreos

Los acarreo son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto.

El equipo que se utilice para los acarreo, será el adecuado para transportar el tipo de material de que se trate, en cantidad suficiente para acarrear el volumen establecido en el programa de ejecución.

2.2.3. Descripción de los trabajos de construcción

A continuación, se describen las actividades a realizar durante la etapa constructiva proyecto.

a) Especificaciones arquitectónicas y de diseño

Cimentación. Para el desplante de la vivienda se utilizará la cimentación profundidad, es decir, a base de pilotes aislados de concreto reforzado, también denominados pila-pilote. Son elementos de gran capacidad portante que prolongan la estructura de la pila de apoyo dentro del terreno, hasta la profundidad requerida.

Para el proyecto se utilizarán pilotes de hormigón armado, que serán construidos "in situ" en una cavidad abierta en el terreno. Los pilotes son columnas esbeltas con capacidad para soportar y transmitir cargas a estratos más resistentes o de roca, o por rozamiento en el fuste.

Muros. Estructurales y no estructurales de block de concreto hueco de 12x20x40cm, junteados con mortero cemento-arena confinados por dalas y castillos de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ y reforzados con castillos prefabricados con $f_y=6000\text{kg/cm}^2$ o varillas corrugadas con $f_y=6000\text{kg/cm}^2$.

Losa de entrepiso y azotea. A base de vigueta-bovedilla de poliestireno de densidad 10kg/m^3 . Losa de Azotea con capa de relleno fluido para dar pendientes, impermeabilización a base de impermeabilizante acrílico, placa poli estireno de 1" en azotea.

Acabados exteriores. Aplanado de muros exteriores a base de pasta texturizada color integrado y pintura en fachada principal. Piso en cochera de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$.

Acabados interiores. Aplanado de muros y plafones con pasta texturizada con color integrado. Lambrín en área húmeda de la regadera en baños a base de azulejo y piso de regadera con juntas de cementos blanco. Pisos con loseta cerámica, asentada con adhesivo y junteada con boquilla con sellador integrado, incluye zoclo perimetral.

Terrazas. La estructura estará sostenida con pilotes que elevarán la plataforma. Consistirá en un entarimado de madera dura de la región, unida con vigas y travesaños.

Palapa de usos múltiples. La estructura estará sostenida con pilotes de concreto imitación madera, con piso de concreto estampado y techo de madera con zacate cubierto con malla acerada.

Instalaciones eléctricas. La canalización es a base de tuberías de poliducto de ½” y ¾” rematado en cajas, registros, cajas y chalupas de PVC. Conductor de cobre calibre 12 y 14 AWG con forro tipo THW, conductor de cobre color verde o desnudo, centro de carga tipo QO con interruptores termo magnéticos.

Instalación hidráulica. Tubería, conexiones y accesorios de CPVC, tubería de ½” y ¾” de diámetro.

Instalación sanitaria. Tubería, conexiones y accesorios de PVC, tubería de 2”, 4” y 6” de diámetro.

Instalación de gas. Instalación oculta de Polietileno-Aluminio-Polietileno de ½” y 3/8” diámetro.

Accesorios. Llaves con dispositivo ahorrador de agua en lavabo y cocina, regadera con dispositivo ahorrador integrado, inodoro grado ecológico máximo de 5 litros, focos ahorradores tipo Led, botes con tapa diferenciados para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Tinaco de 450 lts.

Herrería. Puerta principal línea multipanel mixta con marcos de aluminio, puerta posterior línea multipanel lisa con marco de aluminio, puertas interiores de línea multipanel lisa con marco de madera. Ventanas de aluminio en color según proyecto, tipo corrediza con fijos, perfil de 1 ½”, con cristal templado de 3 mm.

b) Proceso constructivo

Las excavaciones y cortes para desplante de plataformas se realizarán en forma manual con pico, pala y barreta. La construcción de plataformas se hará con material de explotación de banco sascab o grava cementada, compactadas al 95% de su P.V.S.M. y en capas no mayores a 20 cm. También se realizarán las excavaciones en zanja; instalación de redes sanitarias, hidráulicas y pluviales antes del colado de losa de cimentación; previo a la instalación de redes, se coloca polietileno en sustitución de la plantilla tradicional.

Posteriormente, se colocará la cimbra de frontera y se habilitará el acero de refuerzo (varillas, mallas y castillos electrosoldados), teniendo cuidado de dejar las preparaciones de los castillos que conformaran el confinamiento del muro, una vez terminado este proceso se colocará la losa de cimentación con concreto premezclado de resistencia $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$, T.M.A $\frac{3}{4}$ " y revenimiento $12\pm 2.5 \text{ cm}$, una vez transcurrido el tiempo de fraguado, curado y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

Como segunda parte del proceso, se habilitará y colocará acero de refuerzo vertical (varillas y castillos electrosoldados) en muros para su confinamiento; para este punto todas las redes: sanitarias, hidráulicas, pluviales y eléctricas deberán estar habilitadas antes del colado de castillos; posteriormente se procede al colado de castillos y cerramientos de puertas y ventanas; para darle rigidez y estabilidad a los muros durante el proceso constructivo, mediante su colado con concreto premezclado bombeable o a tiro, cuya resistencia es de $F'c=150 \text{ kg/cm}^2$, T.M.A $\frac{3}{8}$ ", revenimiento $16\pm 2.5 \text{ cm}$, una vez transcurrido el tiempo de fraguado y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

La tercera parte es el habilitado y colocación de la cubierta a base del sistema de vigueta pretensada y bovedilla de poliestireno, teniendo cuidado de apuntalar los claros a tercio; con puntales y madrinas de nivelación, posteriormente se habilita y colocación de acero de refuerzo (malla electro soldada) para la capa de compresión del sistema, así como las dalas perimetrales (castillos electrosoldados); se tienden las instalaciones y canalizaciones tanto pluviales como eléctricas previo al colado de la capa de compresión; una vez revisada, se procede al colado de la capa de compresión de 4 cm, con concreto premezclado bombeable de resistencia $F'c=200$ kg/cm², T.M.A 3/8", Revenimiento 14+-2.5 cm, transcurrido el tiempo de fraguado y descimbrado, se procederá al desmantelamiento de cimbra.

Por último, se realizarán los acabados especificados en proyecto como masilla, pasta y pintura en muros y losas; colocación de cancelería, instalación de accesorios eléctricos e iluminación; instalación de cerámica en pisos y baños; instalación de muebles y accesorios de baño, así como acabados en áreas exteriores y cochera.

2.2.4. Operación y mantenimiento

La operación de la vivienda, exclusivamente para esparcimiento y recreación de sus propietarios, será eventual, pues se trata de una casa habitación de tipo vacacional de tal modo que su uso no será permanente, pero si frecuente en distintas épocas el año. Entre las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo durante la operación de la vivienda, se citan en la **Tabla 6**.

TABLA 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Revisión y mantenimiento de instalaciones eléctricas	Semestral
Revisión de instalaciones eléctricas con unidad verificadora	Anual
Revisión y medición de sistemas de tierra y aparta rayos	Anual
Revisión y mantenimiento de instalaciones de gas	Semestral
Revisión y mantenimiento de tanques de gas l.p	Anual
Revisión y mantenimiento de extintores.	Mensual
Limpieza de campanas y extractores de campanas de cocina	Trimestral
Limpieza de trampas de grasa	Trimestral
Realización de dictámenes estructurales	Anual
Mantenimiento de equipos de cocina	Semanal/mensual/anual
Mantenimiento revisión de calentador solar	Semestral
Mantenimiento y revisión de paneles solares	Semestral
Aplicación de sistema de higiene	Diario
Tratamiento y control de aguas de proceso	Diario
Mantenimiento a equipo de bombeo	Semestral
Revisión y mantenimiento cuarto de lavado	Trimestral
Realización de análisis de aguas residuales	Normatividad
Realización de análisis microbiológicos y fisicoquímicos	Mensual/bimensual
Manejo integral de residuos sólidos urbanos	Diario
Manejo de residuos peligrosos	Diario/Mensual
Reciclado de aceite vegetal	Diario/Mensual
Mantenimiento del humedal artificial	Mensual
Mantenimiento del biodigestor	Anual
Tratamiento y estabilización de lodos	Anual
Mantenimiento de la palapa de usos múltiples	Anual
Lavado de cisterna	Semestral
Lavado de tinacos y tuberías hidráulicas	Semestral

2.2.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se tiene contemplado el abandono del proyecto, en por lo menos 50 años que es el tiempo estimado de vida útil del mismo. Así mismo, en caso de que la promovente pretenda continuar operando el proyecto, se llevarán a cabo los trámites y gestiones correspondientes para solicitar una ampliación de dicho plazo

para continuar ejecutando la etapa operativa. En caso contrario, se presentará ante esta H. Autoridad, el programa de abandono del sitio correspondiente.

2.2.6. Programa de trabajo

El proyecto se estima realizar en 4 años (48 meses) durante sus etapas de preparación del sitio y construcción, e incluye las siguientes actividades.

PREPARACIÓN DEL SITIO – CAMINO DE ACCESO								
ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4				
Limpieza, trazo y delimitación	■	■						
Rescate de flora silvestre		■	■					
Rescate de fauna silvestre			■	■				
Desmante					■	■		
Despalme							■	■

PREPARACIÓN DEL SITIO – CASA HABITACIÓN								
ACTIVIDADES	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Limpieza, trazo y delimitación	■	■						
Rescate de flora silvestre		■	■					
Rescate de fauna silvestre			■	■				
Desmante					■	■		
Despalme						■	■	
Excavaciones y rellenos							■	■

PREPARACIÓN DEL SITIO – SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES								
ACTIVIDADES	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20
Limpieza, trazo y delimitación	■							
Rescate de flora silvestre		■						
Rescate de fauna silvestre			■					
Desmante				■				
Despalme					■			
Excavaciones y rellenos						■	■	■

CONSTRUCCIÓN – PALAPA DE USOS MÚLTIPLES								
ACTIVIDADES	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20
Cimentación								
Instalaciones hidráulicas y sanitarias (1/2 baño)								
Estructura								
Albañilería y aplanados (1/2 baño)								
Pisos y recubrimientos								
Carpintería (techo)								
Recubrimiento del techo (zacate y malla)								

CONSTRUCCIÓN – CASA HABITACIÓN								
ACTIVIDADES	MES 21-23	MES 24-26	MES 27-29	MES 30-32	MES 33-35	MES 36-38	MES 39-41	MES 42-44
Cimentación								
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas								
Estructura								
Albañilería y aplanados								
Pisos, recubrimientos y acabados								
Carpintería, cancelería y herrería								
Instalaciones especiales (energías renovables)								
Construcción de cisterna								
Construcción de pozo (no se somete a evaluación)								

CONSTRUCCIÓN – SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES									
ACTIVIDADES	MES 40	MES 41	MES 42	MES 43	MES 44	MES 45	MES 46	MES 47	MES 48
Instalación del biodigestor									
Cimentación superficial del humedal									
Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas									
Estructura de concreto del humedal									
Albañilería y aplanados del humedal									
Recubrimientos del humedal									
Plantación del humedal									

2.2.7. Descripción de obras y actividades provisionales en obra

Las obras y actividades provisionales del proyecto se limitan a la implementación de brechas de acceso y de pequeñas áreas destinadas para el almacenamiento de equipo y materiales. También se consideran algunos servicios de apoyo provisionales para empleados y obreros como son campamentos, comedores, agua potable y luz. En la siguiente tabla se presenta una descripción de dichas obras y actividades provisionales que se tienen contempladas para el proyecto.

Campamento de obra. Esta instalación de tipo provisional será instalada en el área que ocupará el desplante de la casa habitación. Temporalmente se construirá con muros de block y techo de lámina de cartón, acondicionado con ventanales cubiertos únicamente con mosquiteros para permitir la circulación de aire e impedir la entrada de insectos, Contará con piso de concreto y cubrirá una superficie de 15 m². Una vez que se empiece a construir la casa habitación, los dormitorios servirán para la pernocta de los trabajadores, por lo que este campamento será desmantelado.

El campamento contará con agua potable suministrado a través de garrafones de 20 litros, suficientes de acuerdo a la demanda del líquido vital.

Baños. Para el servicio sanitario de los trabajadores, se construirán dos baños provisionales con muros de block y techo de lámina de cartón, que ocuparán una superficie de 10 m². Los baños estarán acondicionados con regadera y lava manos; y estarán conectados a una fosa séptica o biodigestor Rotoplás, el cual tiene la funcionalidad de almacenar las aguas residuales en un tanque subterráneo.

Consiste en un contenedor hermético subterráneo redondo, fabricado con resina de polietileno en una sola pieza.

La estructura del biodigestor se compone de cinco cinchos o “anillos” que le proveen mayor resistencia y estabilidad.

Otra ventaja del biodigestor es su diseño en capas, las cuales son resistentes a los contaminantes. La capa externa mantiene la estabilidad del producto y evita que las aguas residuales contaminen el suelo. En tanto, la capa interior facilita la adherencia de microorganismos y bacterias que descomponen la materia orgánica.

Lleva una tubería interna de 4 pulgadas, por donde ingresan las aguas residuales a la fosa séptica y canaliza la salida del agua separada de grasas. Asimismo, la fosa séptica tiene una tapa tipo click, que aísla el interior de la fosa del ambiente exterior, se utiliza solamente para inspección y mantenimiento de la fosa. Además, cuenta con conexión de 3/4 de pulgada para instalación de tubo de venteo y su garantía es de cinco años contra desperfectos de fábrica y vida útil de 50 años.

El sistema recibe las aguas residuales domésticas y realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Es eficiente, su desempeño es superior a la fosa séptica, autolimpiable, sin costo de mantenimiento, hermético, higiénico y sustentable. Este mismo biodigestor será el que se utilizará para el tratamiento primario de las aguas residuales de la vivienda, por lo que, al término de vida útil del campamento, este será reubicado al sitio de desplante final, como parte del sistema de tratamiento de aguas residuales del proyecto. Entre sus características principales destaca:

- Cumple con la norma NOM-006-CONAGUA1997.
- Capacidad 3000 lts.
- Altura máxima 2.10 mts.
- Diámetro máximo 2.00 mts.
- Número de usuarios en zona rural 25.

El mantenimiento del biodigestor durante la etapa constructiva, correrá a cargo de una empresa privada que será contratada, siempre y cuando esté autorizada para el manejo y disposición final de ese tipo de residuos.

Bodega. Se construirá una pequeña bodega para el resguardo y almacenamiento del material de construcción, así como herramientas menores. La estructura de esta obra de tipo provisional será de madera de pino de segunda; contará con piso de concreto como material aislante e impermeable; y techo de lámina de cartón. Estará acondicionado con espacios superiores abiertos para la ventilación del sitio, pero reducidos y orientados de tal modo que el agua de lluvia no se filtre en su interior. La bodega estará ubicada en el área donde se desplantará la palapa de usos múltiples y ocupará una superficie de 9 m².

Vivero. Se habilitará un espacio de 12 x 12 metros (144 m²) para el resguardo y mantenimiento de las plantas que serán rescatadas del área de desplante. Contará con malla sombra para evitar la desecación de las plantas, así como espacios adecuados para el almacenamiento de agua, tierra y material vegetal triturado.

2.2.8. Personal requerido para la obra

PREPARACIÓN DEL SITIO		
OFICIO	UNIDAD	TOTAL
Peón	Personas	7
Operador de motosierra	Personas	7
Topógrafo	Personas	4
Director de obra	Personas	1
Supervisor ambiental	Personas	1
Total		20

CONSTRUCCIÓN		
OFICIO	UNIDAD	TOTAL
Peón	Personas	13
Cabo de obra	Personas	8
Oficial albañil	Personas	5
Carpinteros	Personas	5
Fierreros	Personas	3
Electricista	Personas	2
Plomero	Personas	2
Aluminiero	Personas	2
Pintor	Personas	5
Herrero	Personas	3
Colocador (pisos y azulejos)	Personas	2
Palapero	Personas	8
Director de obra	Personas	1
Supervisor ambiental	Personas	1
Total		60

OPERACIÓN		
OFICIO	UNIDAD	NÚMERO
Velador	Personas	1
Limpieza	Personas	1
Mantenimiento	Personas	2
TOTAL		4

De acuerdo con los datos presentados, se concluye que el proyecto generará un total de 84 empleos de los cuales 80 se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción, es decir, serán temporales; mientras que los 4 restantes se producirán en la etapa operativa y serán permanentes.

2.3. DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDE REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Para realizar el proyecto propuesto, se requiere realizar el cambio de uso de suelo en una superficie total de 599.139 m² (0.059 hectáreas), es decir, el 2.89% de la superficie total del predio.

La superficie de cambio de uso de suelo que se solicita corresponde a 1 polígono con remoción total de la vegetación, cuyos vértices se indican en la **Tabla 7**, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Datum WGS84, Zona 16Q Norte, México); y en los planos de las páginas 63 a la 65, se muestra la distribución del polígono sujeto a cambio de uso del suelo.

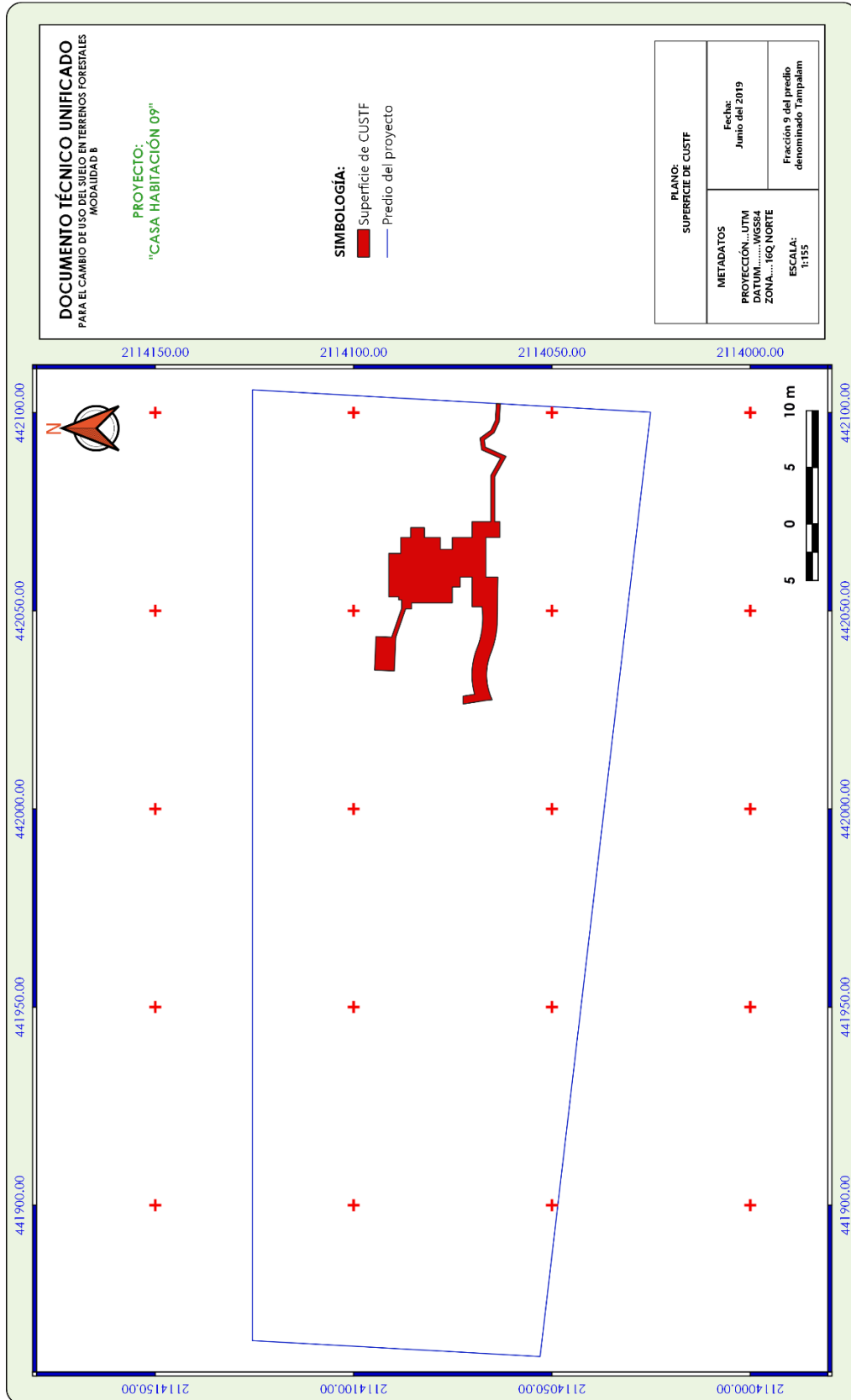
TABLA 7. ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO			
PROPIETARIO: JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO			
TIPO DE VEGETACIÓN: MATORRAL COSTERO			
POLÍGONO	IDENTIFICADOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	1	442027.015	2114068.844
1	2	442027.391	2114066.462
1	3	442027.525	2114065.035
1	4	442028.237	2114065.351
1	5	442029.074	2114065.662
1	6	442029.928	2114065.923
1	7	442030.796	2114066.132

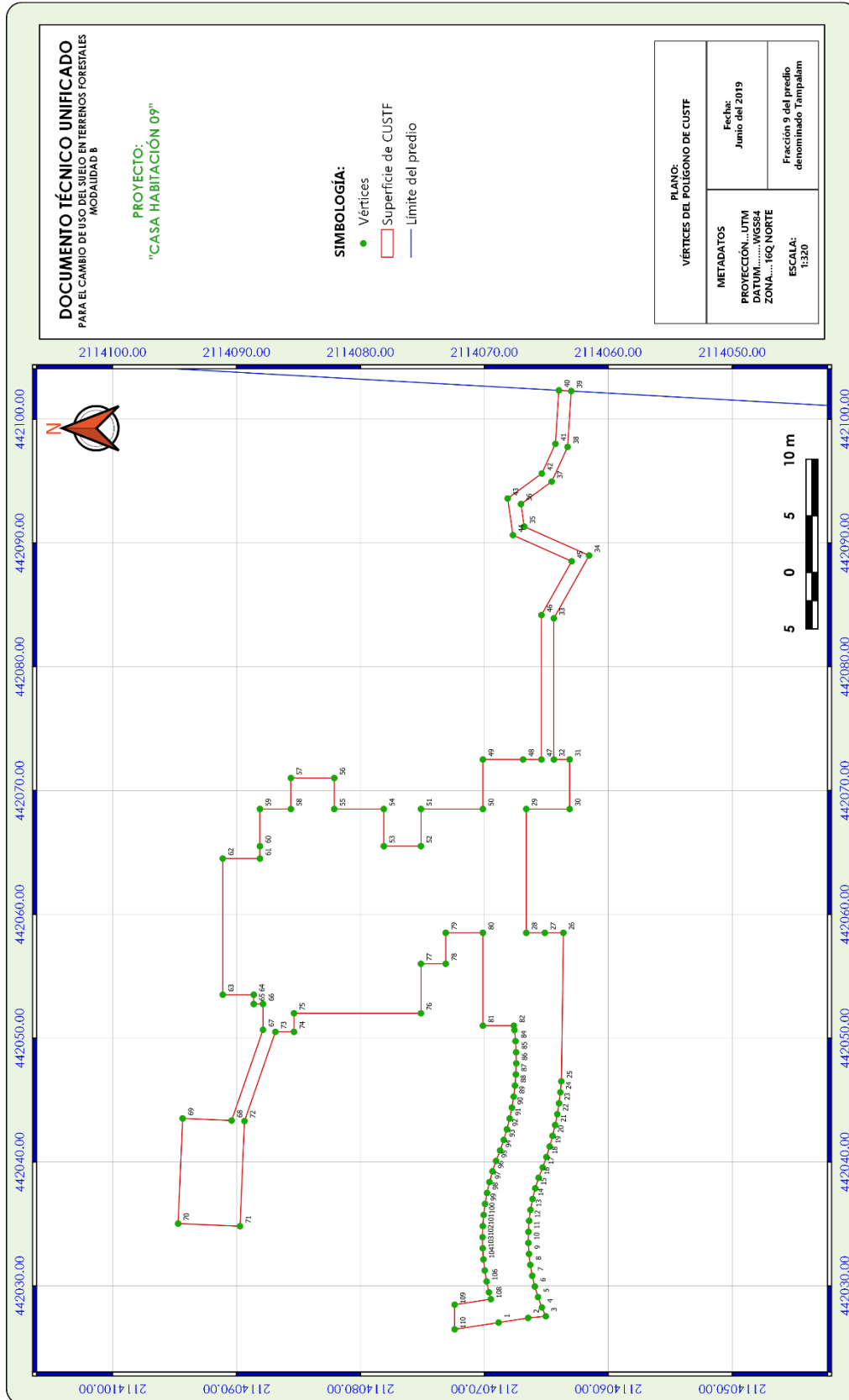
TABLA 7. ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO			
PROPIETARIO: JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO			
TIPO DE VEGETACIÓN: MATORRAL COSTERO			
POLÍGONO	IDENTIFICADOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	8	442031.675	2114066.288
1	9	442032.561	2114066.391
1	10	442033.453	2114066.441
1	11	442034.345	2114066.437
1	12	442035.236	2114066.379
1	13	442036.122	2114066.267
1	14	442036.999	2114066.102
1	15	442037.865	2114065.885
1	16	442038.716	2114065.613
1	17	442039.546	2114065.286
1	18	442040.388	2114064.989
1	19	442041.240	2114064.722
1	20	442042.101	2114064.486
1	21	442042.970	2114064.282
1	22	442043.846	2114064.109
1	23	442044.728	2114063.968
1	24	442045.614	2114063.858
1	25	442046.504	2114063.781
1	26	442058.499	2114063.613
1	27	442058.499	2114065.113
1	28	442058.499	2114066.613
1	29	442068.499	2114066.613
1	30	442068.499	2114063.113
1	31	442072.499	2114063.113
1	32	442072.499	2114064.387
1	33	442083.906	2114064.387
1	34	442088.977	2114061.538
1	35	442091.312	2114066.776
1	36	442093.132	2114067.038

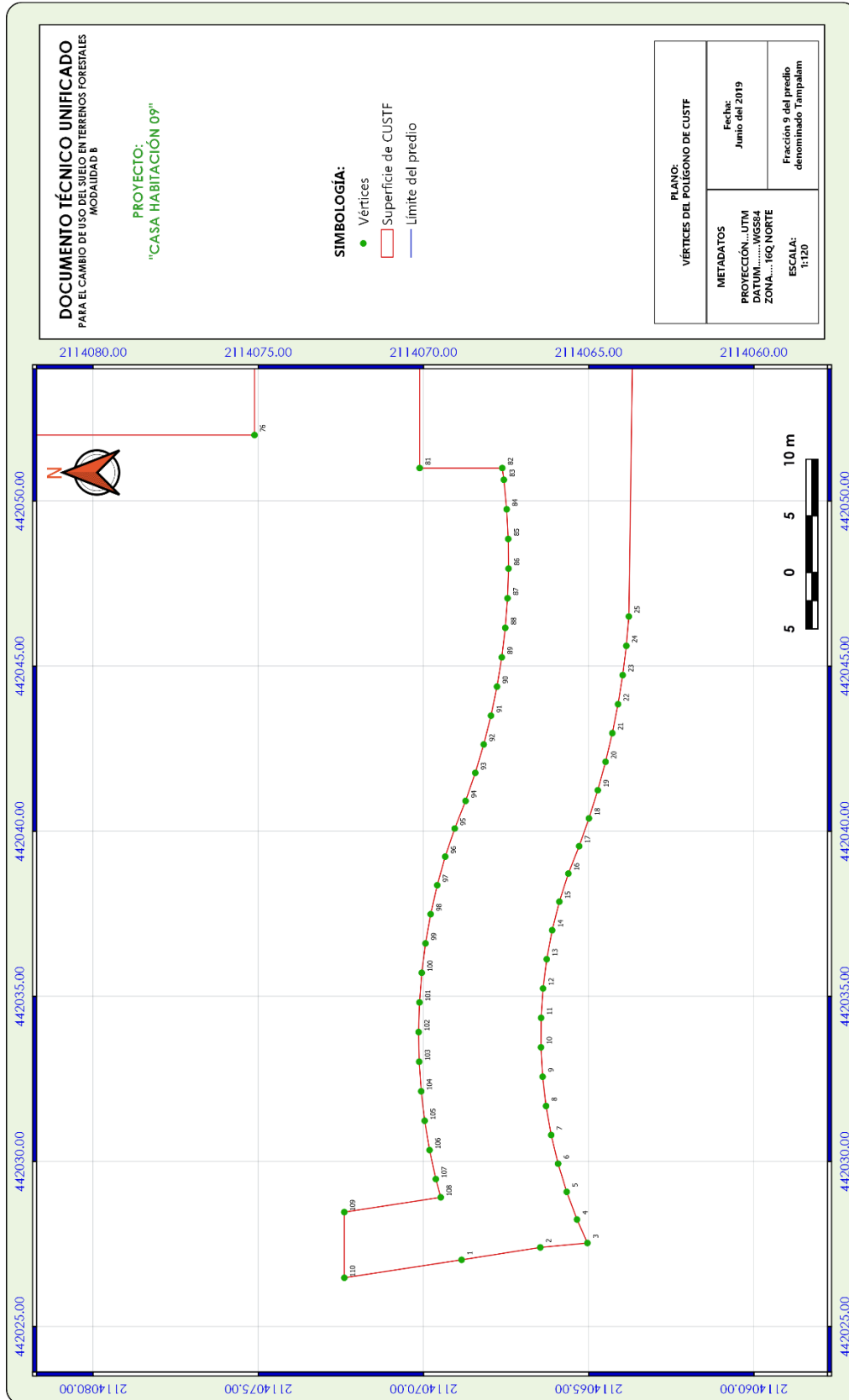
TABLA 7. ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO			
PROPIETARIO: JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO			
TIPO DE VEGETACIÓN: MATORRAL COSTERO			
POLÍGONO	IDENTIFICADOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	37	442094.949	2114064.558
1	38	442097.746	2114063.274
1	39	442102.261	2114062.983
1	40	442102.317	2114063.982
1	41	442097.995	2114064.260
1	42	442095.602	2114065.359
1	43	442093.584	2114068.113
1	44	442090.623	2114067.687
1	45	442088.510	2114062.948
1	46	442084.167	2114065.387
1	47	442072.499	2114065.387
1	48	442072.499	2114066.869
1	49	442072.499	2114070.113
1	50	442068.499	2114070.113
1	51	442068.499	2114075.113
1	52	442065.499	2114075.113
1	53	442065.499	2114078.113
1	54	442068.499	2114078.113
1	55	442068.499	2114082.113
1	56	442070.999	2114082.113
1	57	442070.999	2114085.613
1	58	442068.499	2114085.613
1	59	442068.499	2114088.113
1	60	442065.499	2114088.113
1	61	442064.499	2114088.113
1	62	442064.499	2114091.113
1	63	442053.499	2114091.113
1	64	442053.499	2114088.613
1	65	442052.749	2114088.613

TABLA 7. ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO			
PROPIETARIO: JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO			
TIPO DE VEGETACIÓN: MATORRAL COSTERO			
POLÍGONO	IDENTIFICADOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	66	442052.749	2114087.863
1	67	442050.667	2114087.863
1	68	442043.336	2114090.400
1	69	442043.505	2114094.353
1	70	442035.013	2114094.715
1	71	442034.800	2114089.720
1	72	442043.292	2114089.358
1	73	442050.499	2114086.863
1	74	442050.499	2114085.363
1	75	442051.999	2114085.363
1	76	442051.999	2114075.113
1	77	442055.999	2114075.113
1	78	442055.999	2114073.113
1	79	442058.499	2114073.113
1	80	442058.499	2114070.113
1	81	442050.999	2114070.113
1	82	442050.999	2114067.614
1	83	442050.644	2114067.565
1	84	442049.750	2114067.480
1	85	442048.852	2114067.433
1	86	442047.953	2114067.424
1	87	442047.055	2114067.454
1	88	442046.159	2114067.522
1	89	442045.266	2114067.628
1	90	442044.379	2114067.773
1	91	442043.499	2114067.955
1	92	442042.627	2114068.174
1	93	442041.766	2114068.431
1	94	442040.916	2114068.724

TABLA 7. ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO			
PROPIETARIO: JORGE JOSÉ ZAMBRANO TREVIÑO			
TIPO DE VEGETACIÓN: MATORRAL COSTERO			
POLÍGONO	IDENTIFICADOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	95	442040.080	2114069.053
1	96	442039.229	2114069.341
1	97	442038.363	2114069.582
1	98	442037.486	2114069.781
1	99	442036.601	2114069.937
1	100	442035.710	2114070.050
1	101	442034.813	2114070.119
1	102	442033.915	2114070.145
1	103	442033.016	2114070.128
1	104	442032.120	2114070.067
1	105	442031.227	2114069.962
1	106	442030.340	2114069.814
1	107	442029.462	2114069.624
1	108	442028.908	2114069.475
1	109	442028.461	2114072.395
1	110	442026.471	2114072.395
Superficie: 599.139 m ²			







2.4. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

2.4.1. Actividades preliminares

Para llevar a cabo la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales que podrían derivar del cambio de uso de suelo, una de las primeras actividades en realizar consistió en identificar los límites de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS (**Figura 14**); una vez corroborado dichos datos se procedió a identificar el tipo de vegetación, así como las condiciones en las que ésta se encontraba.



Figura 14. GPS de alta precisión utilizado en la delimitación del área de estudio.

2.4.2. Diseño del muestreo

Una vez definida la poligonal del terreno forestal en estudio, así como el polígono de CUSTF, se procedió a realizar el inventario forestal con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación.

El principio general del muestreo consistió en seleccionar un subconjunto de una población y obtener conclusiones de la muestra para toda la población. Para esto se realizó un muestreo a través de censos dentro la superficie del predio, pero abarcando sólo su tercio medio (en sentido Norte-Sur), así como los límites de la porción que se ubica dentro de la subzona SAEC (subzona de aprovechamiento especial costera), establecida en el ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka'an; ya que corresponde a la superficie del predio que, en su caso, es susceptible de aprovechamiento.

Otro criterio que se consideró para el diseño del muestreo (además del tercio medio y la porción ubicada en la subzona SAEC), fue la selección de la porción del predio que presenta vegetación de Matorral costero, considerando que se trata del ecosistema o tipo de vegetación que será afectado con el cambio de uso del suelo propuesto.

En total se seleccionó 1 parcela de muestreo para realizar el censo, cuyas coordenadas de ubicación, así como la superficie que abarca, se indica en la **Tabla 8**; en tanto que su distribución dentro del predio y su relación con respecto a la superficie de CUSTF, se indica en el plano siguiente.

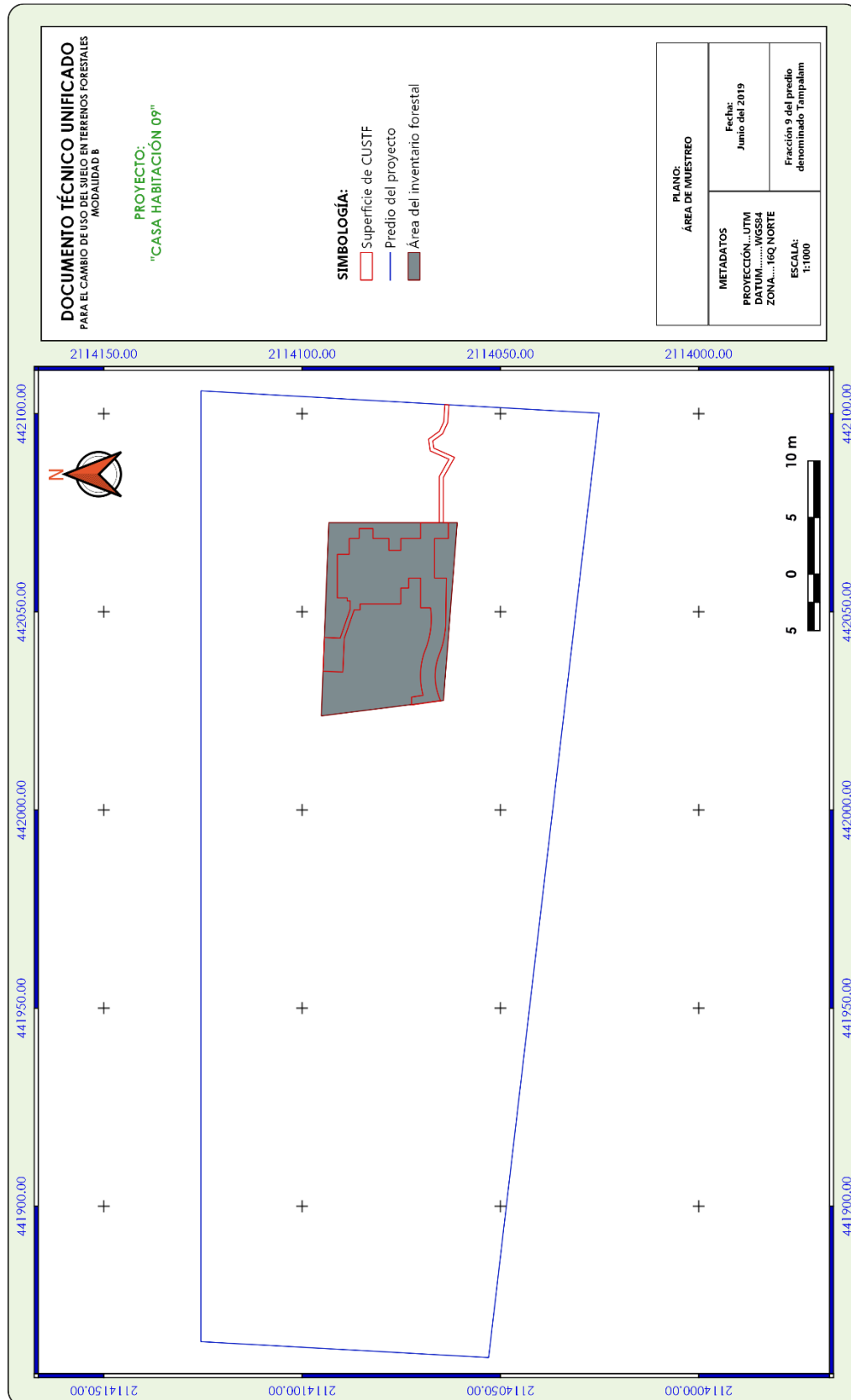


TABLA 8. ÁREA DE CENSO		
VÉRTICES	X	Y
1	442023.7302	2114095.1533
2	442027.5886	2114064.3576
3	442072.4990	2114060.8651
4	442072.4990	2114093.2593
Superficie: 1,474.697 m ²		

2.4.3. Intensidad del muestreo

Para determinar el tamaño de la muestra de nuestra población, un aspecto importante es la definición de la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por ⁽³⁾:

$$f = (n / N) 100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$f = (n / N) 100$$

f = Intensidad de muestreo en porcentaje.

n = 1 (de 1,474.697 m²).

³ <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/sis.prod.forestal/Evaluaci%F3n.pdf>

N = 1 (de 1,474.697 m² para muestrear los 599.139 m² de superficie de cambio de uso del suelo ubicada dentro de Matorral costero, en el tercio medio y dentro de la subzona SAEC).

$$f = (1 / 1) 100$$

$$f = (1) 100$$

$$f = 100\%$$

Como se puede observar en el resultado obtenido mediante la aplicación de la fórmula, la intensidad de muestreo utilizada para el inventario forestal, fue del 100% con respecto a la superficie total que es susceptible de aprovechamiento, de acuerdo con los criterios considerados para seleccionar el área de muestreo.

2.4.4. Variables registradas

Como se mencionó anteriormente, la comunidad inventariada incluyó a todos los ejemplares con **Diámetro Normal** (DN) o **Diámetro a la altura del pecho** (DAP). La "altura del pecho" es una convención de larga tradición y uso en la práctica forestal.

Aunque lo que generalmente nos interesa saber, no es el diámetro, sino el área de la sección transversal para poder estimar el volumen, o el área basal, es el diámetro o, en su defecto, la circunferencia, el parámetro que será más fácil de medir.

La convención universal es medir el diámetro, con corteza a menos que se especifique lo contrario, a una altura fija desde el nivel del suelo. Esta altura estándar es la altura del pecho. Para fines de este estudio, se consideró la altura del pecho a 1.30 m de altura desde el suelo, y se midió tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si al árbol no presentó aletas o deformaciones en la base, el DAP se midió a 1.30 m del suelo, como se muestra en la **Figura 15**.
- Si al árbol presentó aletas, el DAP se midió a 30 cm por encima de la parte terminal de las mismas, como se muestra en la **Figura 16**.
- Si al árbol presentó deformaciones a 1.30 m del suelo, el DAP se tomó en la parte terminal de la deformación, como se muestra en la **Figura 17**.
- Si al árbol estaba bifurcado arriba de 1.30 m del suelo, entonces el DAP se tomó de forma normal como se muestra en la figura a); pero si la bifurcación se presentaba antes de 1.30 m del suelo, entonces se midió el DAP a 1.30 m pero cada rama se consideró como un individuo por separado, como se muestra en la **Figura 18**.
- Si al árbol se encontraba en una pendiente, el DAP se tomó a 1.30 m a partir de la parte más alta de la pendiente, como se muestra en la **Figura 19**.
- Si al árbol estaba inclinado, el DAP se tomó a 1.30 m por el lado superior, en forma perpendicular al eje del fuste del árbol, como se muestra en la **Figura 20**.

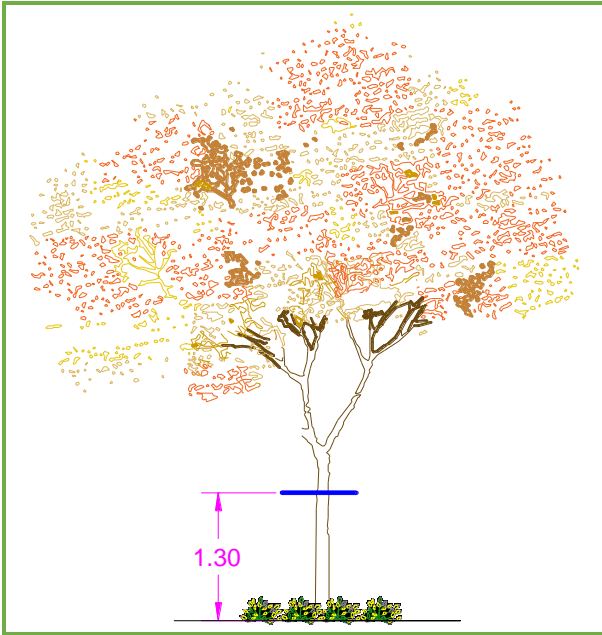


Figura 15

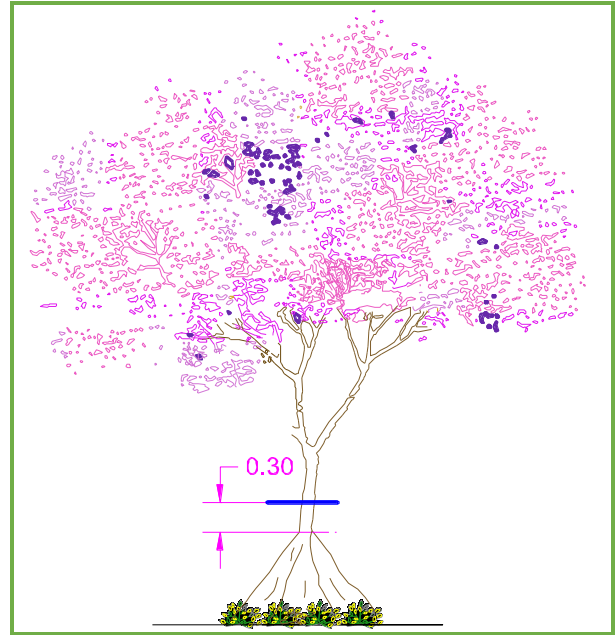


Figura 16

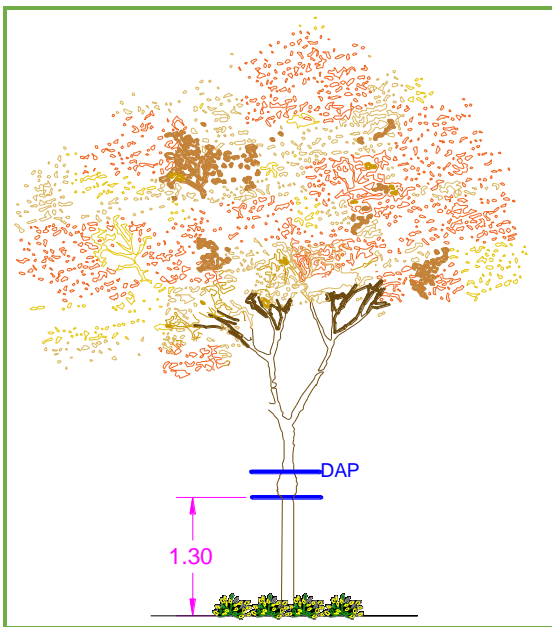


Figura 17

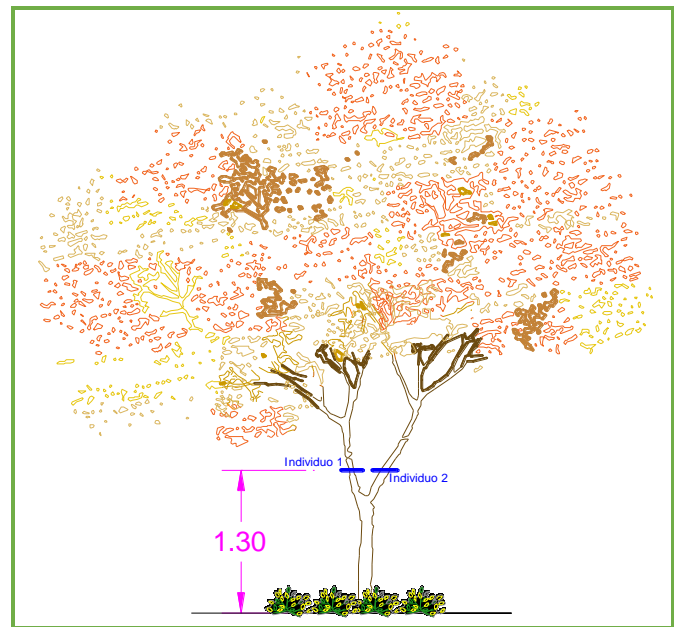


Figura 18

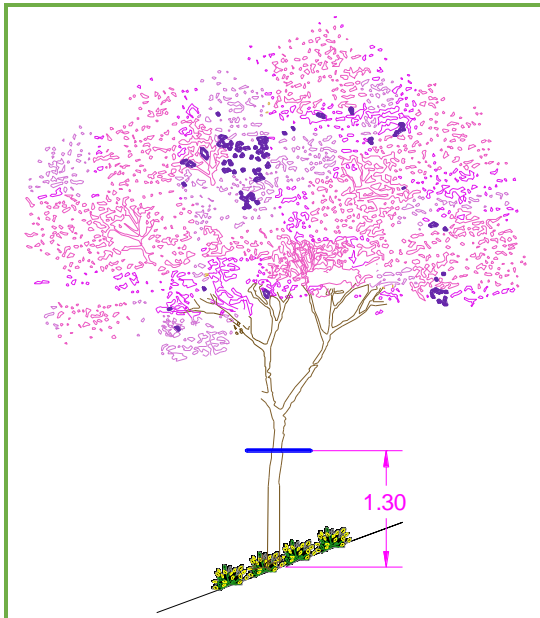


Figura 19

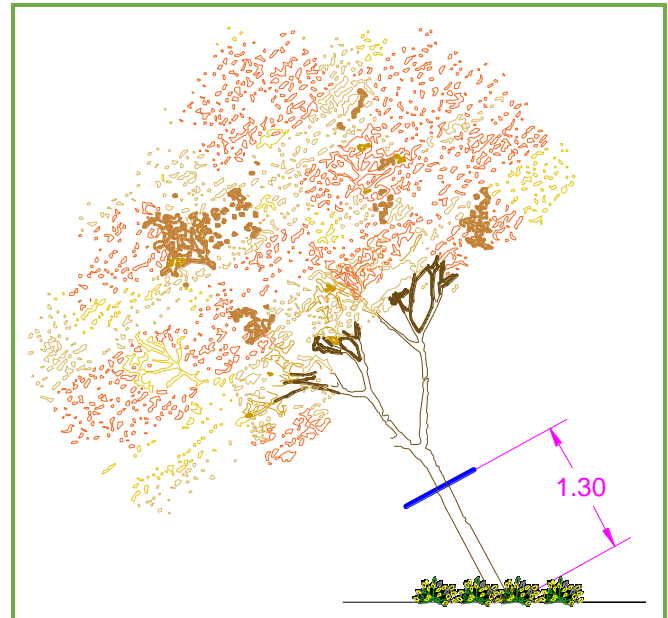


Figura 20

Otras variables registradas durante el inventario forestal, fueron las siguientes:

- Número de individuo (registro).
- Diámetro normal (DAP) en centímetros.
- Altura total y comercial.

2.4.5. Inventario de datos en campo

El inventario de datos consistió en la medición de los árboles y arbustos con DAP mayor a 5 cm (de 5 a 9.9 cm para el estrato arbustivo; y de 10 cm en adelante para el arbóreo). Este procedimiento se realizó con cinta diamétrica graduada en pulgadas y centímetros, que se utiliza comúnmente para medir el diámetro de los árboles, colocándola alrededor del tronco. Cada ejemplar registrado fue marcado con un número, de acuerdo con la secuencia del inventario. Este procedimiento se realizó utilizando marcadores permanentes. En las **Figuras 21, 22 y 23**; se muestran las actividades realizadas durante el inventario forestal.



Figura 21. Toma del DAP a la altura del pecho.



Figura 22. Marcado de los ejemplares inventariados.



Figura 23. Delimitación del área para el censo y llenado de fichas de campo

También se registró la altura total de los ejemplares, considerada desde la base del tronco, hasta la última rama; y la altura comercial considerando sólo el fuste limpio, es decir, la altura desde la base hasta la primera ramificación (rama primaria).

2.5. VOLUMEN ESTIMADO DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. En el árbol individual pueden identificarse diferentes categorías de volumen. El árbol completo, esto es considerando todos los componentes, constituye el volumen total; todos aquellos componentes cuyas dimensiones son aceptables para el mercado constituyen el volumen comercial; el volumen de desechos está conformado por secciones maderables del árbol que presentan defectos y dimensiones menores o no comerciales; también existe la denominación de volumen bruto, cuando se estima el volumen total hasta un diámetro comercial (dlu: diámetro límite de utilización) incluyendo defectos; y si a este último le descontados los defectos, se obtiene el volumen neto. Esos volúmenes pueden expresarse con o sin corteza.

Para la estimación del volumen de las materias primas forestales que derivarán del cambio de uso de suelo, se tomaron en consideración los siguientes criterios:

- Para la vegetación de matorral costero no se cuenta con tablas de volúmenes que permitan calcular de manera precisa el volumen total árbol de las especies nativas existentes en ese tipo de ecosistema.
- Los datos dasométricos, es decir el diámetro a la altura del pecho y la altura del fuste, permiten el cálculo del volumen considerando la forma de un cilindro,

pero hay que tomar en cuenta que el diámetro del fuste disminuye conforme aumenta la altura de éste. Esto significa que el volumen del fuste siempre es menor al volumen de un cilindro. El factor que refleja esta diferencia es el coeficiente mórfico mismo que oscila entre 0.5 y 0.7.

- Se debe considerar las puntas, ramas, tocones, brazuelos y leña, que representan un volumen considerable del árbol y que tienen diversos usos, destacando la producción de carbón vegetal o artesanías.

Visto lo anterior, se optó por estimar el Volumen Total Árbol (VTA) de las materias primas forestales, ya que este incluye la corteza del árbol, fuste, puntas y ramas. La estimación se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$\mathbf{V.T.A. = g * ht * ff * fc}$$

Donde:

V. T. A.= Volumen total árbol

g= área basal

ht= altura total

ff= factor de forma (0.6)

fe= factor de conversión (1.4)

Como se mencionó anteriormente, el factor de forma o coeficiente mórfico (ff), oscila entre 0.5 y 0.7, considerando que el fuste de un árbol se asemeja a la forma de un cilindro, pero conforme aumenta la altura de este, se reduce su diámetro asemejando un cono (tipo dendrométrico del fuste), entonces se ha optado por

usar un coeficiente de forma igual a **0.6**, como una media estandarizada, de acuerdo con la **Figura 24**⁴:

TIPO DENDROMÉTRICO DEL FUSTE		FACTOR DE FORMA
<i>Cilíndrico</i>		$ff \geq 0,85$
<i>Paraboloide</i>		$0,85 \geq ff \geq 0,70$
<i>Cono</i>		$0,70 \geq ff \geq 0,50$
<i>Neiloide</i>		$0,50 \geq ff \geq 0,35$

Figura 24. Factor de forma según el fuste

En lo que concierne al factor de conversión, que es de **1.4**, este se tomó de un Estudio sobre Cuencas de Abasto Forestal de la Cuenca Chan Santa Cruz, llevado a cabo en el Ejido Laguna Kana del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, elaborado por ECOTROPICO, A.C (2017)⁵.

El área basal se entiende en Dasometría como el área de cualquier sección transversal del fuste de un árbol. Mientras no se especifique otra cosa, el área basal, conocida como AB, es el área de la sección horizontal de un árbol que se encuentra a 1.3 m del suelo, es decir con un D. A. P., y se supone que se aproxima al área de un círculo por lo que se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$g = \pi \frac{D^2}{4}$$

Donde:

⁴ <http://inirida-guainia.gov.co/apc-aa-files/30616138616630333033656364306431/presentacion-cubicacion-de-maderas.pdf>

⁵ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/254057/Estudio_de_cuenca_de_abasto_-_Chan_Santa_Cruz_Quintana_Roo.pdf

g = área basal (AB)

π = Pi

D = Diámetro a la altura del pecho en metros.

Visto lo anterior, en la **Tabla 9**, se presentan las existencias del volumen total árbol, definido como el volumen que suman todos los árboles con diámetro a la altura del pecho a 1.30 m de altura, desde la base hasta la altura total reportada. La información se presenta por hectárea y por superficie de cambio de uso de suelo.

TABLA 9. ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES (ARBÓREO-ARBUSTIVO)						
ESPECIES	POR SUPERFICIE DE CUSTF			POR HECTÁREA		
	IND	AB	V.T.A	IND	AB	V.T.A
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.019	0.085	41	0.32	1.41
<i>Pouteria unilocularis</i>	1	0.004	0.011	7	0.06	0.19
<i>Thrinax radiata</i>	19	0.204	0.584	312	3.41	9.74
TOTALES	22	0.23	0.68	359	3.79	11.34
V.T.A. = volumen total árbol en m ³ ; AB = área basal en m ² ; IND = número de individuos						

En relación con los datos presentados en la tabla que antecede, sólo se registraron 3 especies que presentaron DAP, puesto que el área de desplante se encuentra en una zona en la que predomina las especies arbustivas, de porte bajo, y extensamente ramificadas desde la base, con ramas muy delgadas, lo que no permite considerarlas dentro del inventario forestal, al no presentar un DAP definido.

En conclusión y de acuerdo con los resultados obtenidos durante el análisis de los datos tomados del inventario forestal; se estima que con el CUSTF se removerán un total de 22 individuos considerados como materias primas forestales, con un área basal total de 0.23 m² y un volumen total árbol de 0.68 m³; que pueden

obtenerse en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

2.6. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Valor Económico Total (VET) de los recursos biológicos, es formalmente igual a la suma de todos los valores de uso directos e indirectos, más los valores de no-uso y de opción, de acuerdo con la siguiente expresión⁶:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE}$$

Donde:

- ▶ **VUD= Valores de uso Directo.** Son los beneficios que resultan, entre otros, de los usos reales, tales como alimentos, abonos y pieles, así como usos culturales o rituales.
- ▶ **VUI= Valores de uso indirecto.** Son los beneficios derivados de las funciones del ecosistema. Por ejemplo, los servicios ambientales que provee la cobertura vegetal en un predio.
- ▶ **VO= Valores de opción.** Se derivan del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura. Es una especie de valor de seguro (dada la incertidumbre sobre el futuro y la aversión al riesgo)

⁶ <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s19.pdf>

frente a la aparición de, por ejemplo, una nueva enfermedad animal o una sequía o cambio climático.

- ▶ **VL= Valores de Legado.** Miden el beneficio que recibe un individuo a partir del conocimiento de que otros se podrán beneficiar de un recurso en el futuro.
- ▶ **VE= Valores de Existencia.** Se derivan simplemente de la satisfacción de saber que existe un determinado activo o bien (p. ej., ballenas azules).

A continuación, se presenta la valoración económica de los recursos biológicos, de acuerdo con la metodología propuesta por la FAO, considerando todos los valores implicados en el cálculo final (VET).

2.6.1. Valores de uso directo (VUD)

Para estimar este valor, se tomaron en consideración las categorías o clases diamétricas registradas durante el inventario forestal, conforme a la **Tabla 10**.

TABLA 10. USO POR CLASE DIAMÉTRICA	
USO	CLASE DIAMÉTRICA (DAP en cm)
Leña	5 - 10
Postes	10.1 – 20
Aserrío delgado	20.1 - 34
Aserrío grueso	= o > a 35

De acuerdo con las clases diamétricas definidas, se obtiene los siguientes resultados para los individuos registrados durante el inventario forestal (**Tabla 11**).

TABLA 11. USO POR CLASE DIAMÉTRICA / INVENTARIO			
ESPECIES	INDIVIDUOS (MUESTREO)	CLASE DIAMÉTRICA (DAP EN cm)	USO
<i>Thrinax radiata</i>	46	7-15	Postes
<i>Pouteria campechiana</i>	6	5 - 10	Leña
	0	10.1 – 30	Postes
	0	31 - 34	Aserrío delgado
	0	= o > a 35	Aserrío grueso
<i>Pouteria unilocularis</i>	0	5 - 10	Leña
	1	10.1 – 30	Postes
	0	31 - 34	Aserrío delgado
	0	= o > a 35	Aserrío grueso

Cabe aclarar que las especies de palma (*Thrinax radiata*), no son consideradas como especies maderables, por lo que no son útiles para leña ni aserrío, por lo tanto, sólo son consideradas para uso como postes, independientemente del diámetro que presentan.

Conforme al cuadro que antecede, se determina que las especies e individuos registrados durante el inventario forestal, sólo pueden ser aprovechados para postes, pues los diámetros que presentan no son ideales para aserrío. En su caso pueden ser aprovechados también para leña, pero a un costo elevado de producción; además que las palmas no son maderables; por lo que se ha optado por estimar el valor de uso directo (VUD) considerando su uso para postes.

Visto lo anterior, tenemos que en el mercado local un poste de 2.44 metros y 11 centímetros de ancho, cuesta aproximadamente \$181.00 (ciento ochenta y un pesos 00/100 M. N.), por lo tanto, de los 53 individuos registrados durante el inventario, que presentan volumen total árbol, y que se removerían de la superficie

de CUSTF, se puede obtener un monto total de **\$905.00** (novecientos cinco pesos 00/100 M. N.), de acuerdo con los datos que se presentan en la **Tabla 12**.

TABLA 12. ESTIMACIÓN DEL VALOR COMERCIAL POR USO PARA POSTES				
ESPECIES	# INDIVIDUOS	ALTURA PROMEDIO (m)	# DE POSTES A OBTENER	MONTO TOTAL (\$)
<i>Thrinax radiata</i>	46	3.52	1.5	271.50
<i>Pouteria campechiana</i>	6	4.83	2	362.00
<i>Pouteria unilocularis</i>	1	3.5	1.5	271.50
TOTALES	35		5	905.00

Adicionalmente, para el cálculo del valor de uso directo, se estimó el valor de las materias primas no maderables que se pudieran obtener de la superficie de CUSTF, conforme a lo siguiente:

Tierra vegetal

En la estimación del costo de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo, también se consideró el valor de la tierra vegetal que se obtendría del despalme, el cual se calcula en el orden de los 1,000 m³ por hectárea; considerando una capa de tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) de 10 cm en promedio o 0.1 m dentro del predio (100 m x 100 m x 0.1 m). Por lo tanto, considerando que en el mercado local el costo de tierra por metro cúbico es de \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100), entonces el costo de la tierra vegetal que se obtendría de la superficie de CUSTF (0.059 ha x 1000 m³= 59 m³), asciende a la cantidad de **\$29,500.00** (veintinueve mil quinientos pesos 00/100 M.N.).

Plantas

Se estima que, en la superficie de cambio de uso de suelo, existe una cantidad aproximada de 187 plántulas en calidad de regeneración (de acuerdo con el censo realizado), por lo tanto, si consideramos que el valor promedio de venta al mayoreo de una planta en vivero es de \$5.00 (son cinco pesos M.N. 00/100) por planta, entonces el costo de las plántulas en calidad de regeneración, asciende a la cantidad de **\$935.00** (novecientos treinta y cinco pesos 00/100 M.N.).

De acuerdo el valor de uso directo de los ejemplares susceptibles de utilizarse como postes (\$905.00); de la tierra vegetal (\$29,500.00); y de las plantas (\$935.00) que se obtendrían de la superficie de CUSTF, se alcanza un gran total de **\$31,340.00** (treinta y un mil, trescientos cuarenta pesos 00/100 M. N.).

2.6.2. Valores de uso indirecto (VUI):

Para el cálculo de este valor, se utilizó la estimación del costo de los servicios ambientales que provee el ecosistema que se desarrolla en la superficie de aprovechamiento, particularmente aquellos relacionados con la captura de carbono, los servicios ambientales hidrológicos, y la protección de la biodiversidad, tal como se describe a continuación.

a) Captura de carbono

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del

cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En el **Cuadro 1** se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical siempre verde, tipo de ecosistema de mayor similitud con el que se ubica en la superficie de CUSTF, pues se trata de un matorral costero no caducifolio.

Cuadro 1. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994)

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBioIMexEPais8.pdf>

El proyecto que se propone implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a Matorral costero (matorral de dunas costeras), en una superficie de 0.059 ha, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en el cuadro anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de 3,600 dólares por hectárea, ya que se asemeja a un bosque tropical siempre verde, es decir, que las 0.059 ha de cambio de uso de suelo representan un valor de 212.40 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de \$18.00 pesos mexicanos, corresponden a \$3,823.20 (tres mil ochocientos veintitrés pesos 20/100 M.N.), que extrapolado a los 50 años de vida útil del proyecto, arroja un total de \$191,160.00 (ciento noventa y un mil, ciento sesenta pesos 00/100 M. N.).

b) Servicios ambientales hidrológicos

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero del 2019; según las cuales se puede llegar a pagar hasta \$1,100.00 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (0.059 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales hidrológicos de \$64.90 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de **\$3,245.00** (tres mil doscientos cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

c) Protección de la biodiversidad

El pago por el servicio ambiental por la conservación de la biodiversidad, según las REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero del 2019, puede ser hasta de \$1,100.00 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (0.066 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales por la protección de la biodiversidad de \$64.90 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de **\$3,245.00** (tres mil doscientos cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

d) Costo total del valor de uso indirecto

En resumen, el valor total (VUI) por la prestación de los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio: captura de carbono (\$191,160.00), hidrológicos (\$3,245.00) y protección de la biodiversidad (\$3,245.00), asciende a la cantidad de **\$197,650.00** (ciento noventa y siete mil, seiscientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

2.6.3. Valor de opción (VO):

Considerando que se trata de un concepto que deriva del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura, para la estimación de este componente se consideró el **valor farmacéutico** de las especies que se encuentran presentes en la superficie de cambio de uso de suelo, tomando en cuenta que su permanencia a futuro, podría derivar en la conservación de recursos farmacéuticos aún no descubiertos que pueden ser aprovechados a largo plazo. A continuación, se describe el monto de este valor.

De acuerdo con el Gobierno de México y Banco Mundial (1995), se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (grado de biodiversidad baja). En el **Cuadro 1** se presentan los valores por hectárea, así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los Bosques del país.

Cuadro 2. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos (CSERGE, 1993)

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i> <i>(Dólares /ha / año)</i>	<i>Valor de todos los bosques</i> <i>Millones de dólares por año</i>
<i>Bajo</i>	<i>1</i>	<i>26</i>
<i>Medio</i>	<i>6</i>	<i>332</i>
<i>Alto</i>	<i>90</i>	<i>4646</i>

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>

Considerando los datos de la tabla anterior y partiendo del supuesto de que el bosque húmedo tropical (ecosistema similar al que se desarrolla en el predio) con un grado de biodiversidad bajo (ver capítulo 4), tiene un valor farmacéutico de 1 dólar por hectárea por año, entonces para la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo (0.059 ha), con un valor de biodiversidad bajo, el costo sería de 0.059 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de \$18.00 pesos mexicanos (como se mencionó anteriormente), asciende a la cantidad de \$1.06 pesos mexicanos anuales, lo que a un plazo de 50 años que equivalen al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un total de **\$53.10** (cincuenta y tres pesos 10/100 M.N.).

2.6.4. Valor de legado (VL):

Es el valor que se le asigna a los recursos naturales para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos. Para la estimación de este valor se utilizó el método de valoración contingente⁷ que consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingente) de un bien o servicio ambiental. Este método, ha sido comúnmente empleado para obtener

⁷ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/leal_r_cl/capitulo2.pdf

la valoración económica de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la función de utilidad familiar.

El objetivo del método o modelo de valoración contingente es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético. Sin embargo, su comprensión intuitiva es mucho más sencilla que eso. Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, es decir, que la persona entrevistada se encuentra en un escenario parecido al que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado, como hacen con los demás bienes, con la diferencia fundamental de que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general no tiene que pagar la cantidad revelada.

Visto, lo anterior, se deja de manifiesto que la aplicación del método de valoración contingente, se llevó a cabo a través de una encuesta realizada a 100 personas, donde las preguntas realizadas representaron el mercado hipotético, del cual, la oferta se encontró representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. El formato de la encuesta se tomo de Azqueta (1994), cuya estructura se describe como sigue:

- En la primera parte, se expuso la información acerca del bien o servicio en cuestión, de modo que el entrevistado tuvo todas las herramientas para identificar el problema a tratar.
- El segundo bloque, incluyó información respecto a las modificaciones de cantidad, que se llevarán a cabo en el bien o servicio ambiental. Dentro de

este segundo bloque también se incluyó información del modo de pago, es decir, se le informó que tendrá que pagar por dicha modificación vía impuestos.

- Por último, en el tercer bloque de información, se incluyeron todos aquellos datos socioeconómicos del entrevistado que son relevantes en la toma de decisiones de valoración y que también son imprescindibles en el correcto manejo del método como: ingresos, edad, profesión, etc.

La encuesta se llevó a cabo vía correo electrónico, dado su bajo costo de operación y la inclusión de ayuda visual (gráficos, imágenes, fotos, etc.). Para la encuesta se utilizó el sistema de preguntas múltiples, de tal manera que al entrevistado le fue presentada una tabla con diferentes opciones para obtener una valoración total al final del ejercicio.

Cabe mencionar que de las 100 personas que fueron incluidas en la encuesta, sólo 65 contestaron las preguntas y enviaron de regreso sus respuestas. Del total de esta muestra se determinó la media como medida de agregación, con el supuesto de utilizarse como estimador de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar para obtener una mayor cantidad o calidad de un bien.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, realizada a una amplia gama de personas con diferentes grados de estudio y especialidades (biólogos, ingenieros forestales, ecólogos, abogados, arquitectos, etc.), se obtuvo que una persona podría aportar anualmente \$1,500.00 pesos (125 pesos mensuales), para preservar una hectárea con vegetación nativa, para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos.

Considerando lo anterior, se estima que el **valor de legado** por la preservación de las 0.059 hectáreas que serían eliminadas con el CUSTF, asciende a la cantidad de \$88.50 (ochenta y ocho pesos 50/100 M. N.) anuales, que, extrapolado a los 50 años de vida útil del proyecto, se obtiene un valor total de legado igual a **\$4,425.00** (cuatro mil cuatrocientos veinticinco pesos 00/100 M.N.)

2.6.5. Valor de existencia (VE):

Aunque a la mayoría de las especies de flora y fauna no se les ha asignado un valor económico directo o indirecto, muchas personas desean que continúen existiendo, independientemente de su uso. A esta valoración o respeto por la vida de otros seres vivos se le denomina valor de existencia. Este valor adquiere una expresión económica a través de las donaciones realizadas por personas o instituciones para contribuir a la protección de ecosistemas o especies particulares⁸.

Para poder estimar este valor, se utilizó la encuesta descrita en el punto número 2.7.4 del presente capítulo, pero a diferencia de esta, las preguntas estuvieron dirigidas a el caso (no mercado) hipotético de la cantidad de dinero que estaría dispuesto a **donar** una persona, para preservar una superficie de una hectárea con vegetación nativa, para la protección de todos los recursos naturales bióticos y abióticos que lo integran.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, realizada a una amplia gama de personas con diferentes grados de estudio y especialidades (biólogos, ingenieros forestales, ecólogos, abogados, arquitectos, etc.), se obtuvo que una persona podría aportar anualmente \$1,200.00 pesos (100 pesos mensuales), para preservar una hectárea con vegetación nativa, independientemente del ecosistema que se trate.

⁸ <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/01%20Valor%20economico%20de%20la%20biodiversidad.pdf>

Considerando lo anterior, se estima que el **valor por existencia** de las 0.059 hectáreas de matorral costero que podrían ser preservadas, asciende a la cantidad de \$70.80 (setenta pesos 80/100 M. N.) anuales, que, extrapolado a los 50 años de vida útil del proyecto, se obtiene un valor total por existencia igual a **\$3,540.00** (tres mil quinientos cuarenta pesos 00/100 M.N.).

2.6.6. Cálculo del valor económico total (VET)

Valor Económico Total (VET)

$$\mathbf{VET = VUD + VUI + VO + VL + VE}$$

$$\mathbf{VET = \$31,340.00 + \$197,650.00 + \$53.10 + \$4,425.00 + \$3,540.00}$$

$$\mathbf{VET = \$237,008.10}$$

En conclusión, se estima que el valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$237,008.10** (doscientos treinta y siete mil, ocho pesos 10/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

2.7. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Para la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, se consideró la experiencia propia que se tiene en campo, en la ejecución de programas de reforestación, restauración y conservación de recursos naturales, así como prácticas directas en campo con la ejecución de programas de rescate de vegetación. Aunado a lo anterior, se consideraron los

costos locales de mano de obra, material y equipo de apoyo que se requieren para llevar a cabo las distintas actividades propuestas en este capítulo, los cuales se determinaron a través de entrevistas con la gente y el personal encargado de los comercios locales.

2.7.1. Restauración forestal

La **restauración natural** de los ecosistemas es un proceso que requiere un período largo, que puede variar de cientos (sucesión) a miles de años (para una evolución). Este proceso inicia con un crecimiento denso de herbáceas, arbustos y trepadoras, seguido de una dominancia por árboles pioneros de rápido crecimiento, pero de corta vida (10 a 30 años); la siguiente fase es de dominancia por árboles pioneros de larga vida (75 a 100 años), y termina con la dominancia por especies tolerantes a la sombra.

Para este caso en particular y para fines del presente estudio, nos avocamos a la **restauración forestal**, más que a la restauración natural, que se trata de un conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución⁹.

La restauración forestal se pretende realizar a través de acciones de reforestación, que incluye múltiples etapas y procedimientos para llegar al momento de la plantación, y requiere de acciones posteriores tan relevantes como el mantenimiento y la evaluación para asegurar que sea exitosa. A continuación, se

⁹ Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. 2009. Unidad de Comunicación Social con información proporcionada por la Coordinación de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. Primera Edición.

describen cada una de las etapas implicadas en las acciones de reforestación con fines de restauración.

- 1) Identificación y delimitación de las áreas a reforestar.** Con esta acción inicia el proceso para la restauración de áreas degradadas con acciones de reforestación. Mediante trabajos de campo y con el apoyo de la tecnología basada en sistemas de información geográfica, se determinan las áreas degradadas, para inducir el restablecimiento de la vegetación forestal a través de técnicas, métodos y buenas prácticas.
- 2) Determinación de especies y cantidad de plantas.** Una vez determinada la superficie potencial para realizar obras de reforestación, se procede a elegir las especies nativas o aquellas que se adapten a las condiciones del sitio (suelo, clima, topografía). También se estima la necesidad de planta por especie, con lo cual se definen las cantidades requeridas para producirlas en vivero o mediante reproducción vegetativa.
- 3) Obtención del material vegetativo.** Las tareas de reforestación se realizan con planta de vivero y con material vegetativo. Para producir planta de vivero, previamente se realizan labores de selección de germoplasma.

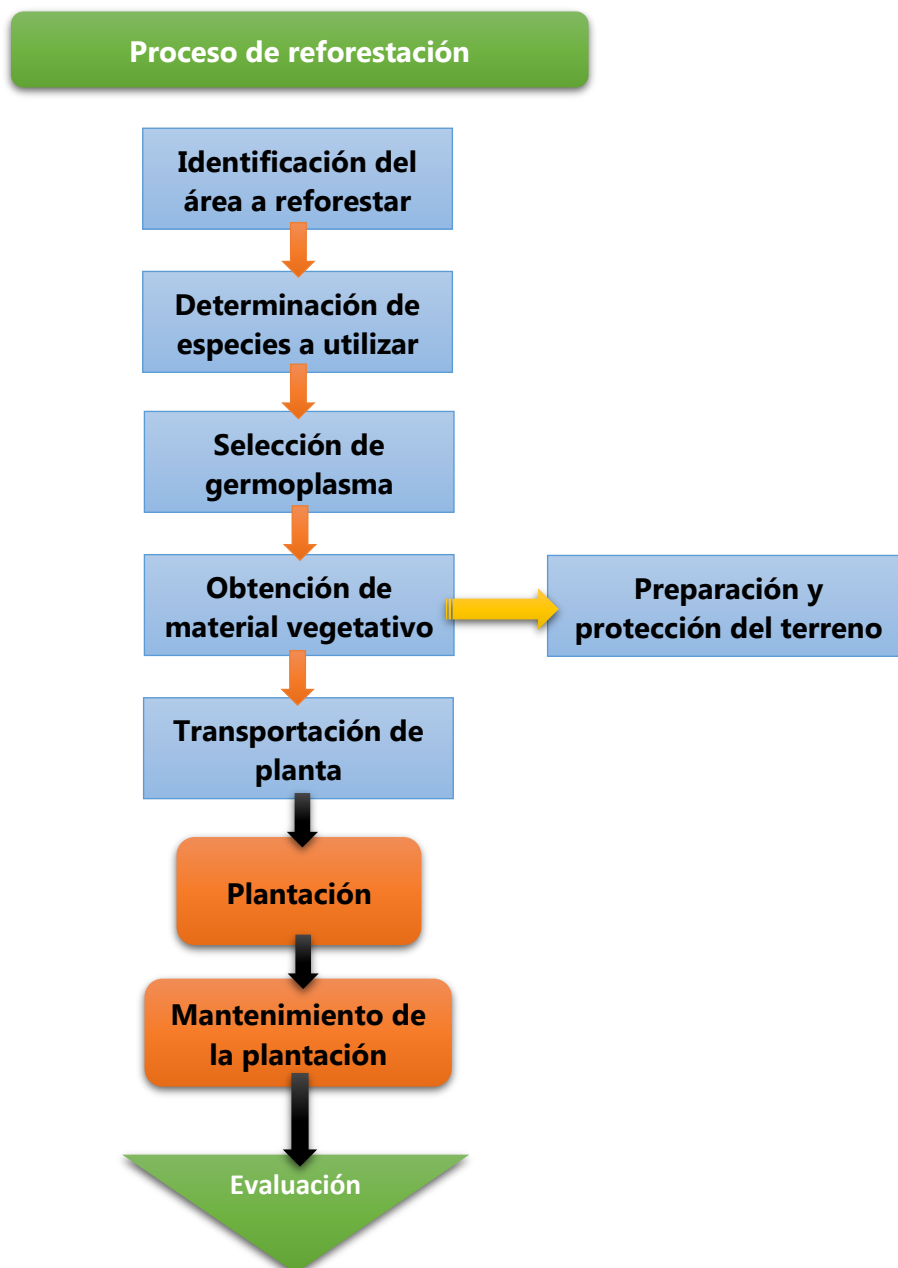
La producción de planta en vivero implica diversas acciones: acondicionamiento de infraestructura, preparación de semilla para siembra, preparación de sustrato, llenado de contenedores o bolsas, riego, fertilización, micorrización, reposición de plantas muertas o cavidades vacías, deshierbe, prevención y control de plagas y enfermedades, clasificación de la planta y trasportación al área de plantación.

Por su parte, la obtención de material vegetativo para propagación se hace con plantas nativas jóvenes o adultas ubicadas en áreas cercanas al sitio que se va a reforestar. Se puede hacer en periodos de días e incluso horas. Este método permite generar nuevos individuos idénticos a los árboles parentales (planta donante) a partir de partes vegetativas de las plantas. Involucra cuatro acciones básicas: elección y manejo de la planta donante, obtención de ramas, pencas, raquetas u otro tipo de segmentos de la planta en crecimiento (hijuelos, en el caso de los agaves); transportación al área de plantación y plantación en el suelo para provocar el enraizamiento.

- 4) **Preparación y protección del terreno.** El objeto de preparar el terreno es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia de la planta que se va a establecer. Esta acción ayuda a neutralizar los factores que limitan el establecimiento inicial y ayudan a que la raíz tenga las condiciones de húmedas y porosidad para su rápido establecimiento, fortaleciendo su capacidad de obtener agua y nutrientes en un área amplia. Implica trabajos de deshierbe o chapeo, preparación del suelo y trazo del terreno.
- 5) **Plantación.** Involucra trabajos para el establecimiento de la planta en campo, como apertura de cepas y reforestación.
- 6) **Protección.** Consiste en resguardar o cuidar la reforestación contra posibles agentes que puedan afectarle o causarle algún daño: animales, incendios, plagas y enfermedades, entre otros factores de amenaza.
- 7) **Mantenimiento.** Trabajos como el replante, deshierbe, tutorio, fertilización y riego, forman parte del seguimiento al proceso de reforestación y son

esenciales para garantizar la permanencia de la plantación, una vez hecha esta. Las actividades de mantenimiento se realizan durante el tiempo necesario y la época del año adecuada hasta que esta se encuentre plenamente establecida.

En el siguiente diagrama de flujo, observamos las etapas de la reforestación con fines de restauración.



2.7.2. Estimación del costo de las actividades de reforestación con fines de restauración

Una vez descrito el proceso de la reforestación con fines de restauración, a continuación, se describen la estimación económica que implicaría llevarlas a cabo, con el objeto de lograr que se desarrolle nuevamente vegetación forestal en una superficie de 0.059 ha donde hubo remoción total de la cubierta vegetal.

2.7.3. Identificación y delimitación de las áreas a reforestar

Como área a reforestar se propone la superficie de cambio de uso del suelo solicitada, partiendo del hecho de que la cobertura vegetal ha sido removida en su totalidad; es decir, se propone reforestar una superficie de 599.139 m² de matorral costero.

2.7.4. Determinación de especies y cantidad de plantas.

Las especies por utilizar para la reforestación serían las mismas que serán removidas con el cambio de uso del suelo y que se encuentran indicadas en el capítulo 4 de este estudio. En cuanto al número de plantas a emplear, a continuación, se realiza un cálculo de la densidad de siembra óptima para alcanzar los objetivos de la restauración, con base en la técnica de siembra directa, también llamada “labranza cero”, que consiste en sembrar individuos jóvenes directamente en el sitio. En el caso particular del presente caso de estudio, consistirá básicamente en sembrar plántulas, propágulos y esquejes de la vegetación característica que fue removida hipotéticamente, así como la dispersión de semillas al voleo (como se verá más adelante).

La densidad de siembra también se calculó considerando el sistema de sembrado de "trazado cuadrado". Este sistema consiste básicamente en sembrar de dos a más hileras de plantas de manera paralela, dejando un espacio entre cada hilera y entre cada planta, a la distancia deseada, como se muestra en la **Figura 25**.

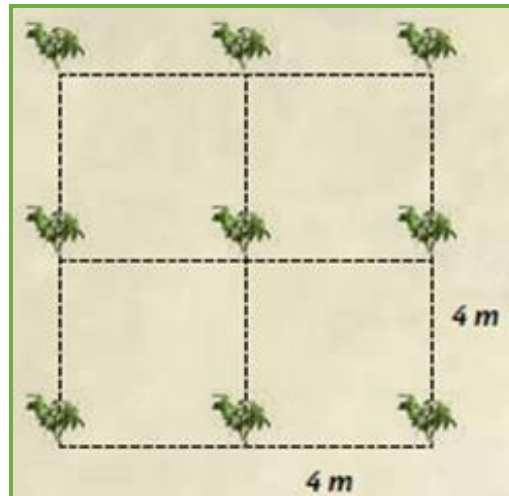


Figura 25. Sistema de trazado cuadrado.

Visto lo anterior, a continuación, se realiza el cálculo de la densidad de siembra, misma que se define como el número de individuos a plantar por metro cuadrado. Esta variable se estimó aplicando la siguiente fórmula (Arriaga et al, 1994):

FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA	
$N_1 = \frac{S}{(dH)(dP)}$	Donde: N₁ = Número de plantas. S = Superficie a reforestar (m ²) dH = Distancia entre hileras (m) dP = Distancia entre plantas de una misma hilera (m)

Sustituyendo los valores de cada variable, de acuerdo con los objetivos del presente programa, se tiene lo siguiente:

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

Superficie a reforestar = 599.139 m ²	$N_1 = \frac{599.139}{(2)(2)}$
Distancia entre hileras = 2 m	
Distancia entre plantas de una misma hilera = 2 m	

Aplicando la fórmula, se tienen los siguientes resultados:

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

$N_1 = \frac{599.139}{4}$	$N_1 = 149.784$	$N_1 = 150 \text{ plantas}$
---------------------------	-----------------	-----------------------------

Con base en los resultados obtenidos en la aplicación de la fórmula, se tiene que, para llevar a cabo la reforestación del sitio propuesto mediante la técnica de sembrado directo, se requiere un total de 150 plantas. Sin embargo, es importante mencionar que esta fórmula sobreestima el número de plantas necesarias en un 15% aproximadamente, por lo tanto, en el caso de que se requiera estimar con mayor precisión el número de plantas (N₂), bastará con restarle el 15% al número estimado (N₁) por la fórmula (Arriaga et al, 1994); por lo tanto:

FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

$N_2 = N_1 - 15\% \text{ de } N_1$	$N_2 = 150 - 23$	$N_2 = 127 \text{ plantas}$
------------------------------------	------------------	-----------------------------

Con base en los resultados obtenidos en la aplicación de las fórmulas anteriores, se estima un total de 127 plantas necesarias para reforestar el sitio propuesto.

2.7.5. Obtención del material vegetativo

Considerando la propuesta de realizar las tareas de reforestación con planta de vivero. Para el cálculo económico que tendría la producción de esas plantas en vivero, se tomaron en cuenta los gastos de producción por planta que se genera por este concepto.

Los costos se tomaron del manual de "Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de plantaciones forestales comerciales"¹⁰, el cual estima que dichos costos varían de \$1.60 a \$3.57 pesos mexicanos por planta, en el caso de especies forestales de ciclo largo, dependiendo del tipo y tamaño del contenedor donde se producen. El primer caso corresponde a plantas producidas en contenedores de cavidades fusionadas (charolas) de plástico rígido con un volumen por cavidad de 115 ml y el segundo caso corresponde a contenedores de cavidades intercambiables (tubetes) con un volumen por cavidad de 250 ml.

Considerando lo antes mencionado, entonces el valor económico por la producción de planta en vivero para la reforestación sería de **\$453.39** (cuatrocientos cincuenta y tres pesos 39/100 M.N.), tomando en cuenta una densidad de siembra de 127 plantas y un costo máximo de producción de \$3.57 por planta.

2.7.6. Preparación y protección del terreno

Para la preparación y protección del terreno, se requiere estimar los costos que tendría la restitución de un porcentaje de la capa de suelo que pudiera ser

¹⁰ Velázquez M. A., Aldrete A., Gómez G. A., y Llanderal O. T. 2011. Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de plantaciones forestales comerciales. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Estado de México.

removida con el CUSTF. Respecto a este componente, se considera el volumen de tierra que requiere una cepa para ser llenada al momento del trasplante, que se estima en 0.027 m^3 por una cepa de $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$, que extrapolado a las 127 plantas que se pretenden sembrar (127 cepas), entonces se requieren 3.43 m^3 de tierra.

Obtención de la tierra. El metro cúbico de tierra vegetal puede alcanzar los \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100) en el mercado local, por lo tanto, el monto por la obtención del sustrato para el llenado de las cepas (3.43 m^3), asciende a la cantidad de **\$1,715.00** (mil setecientos quince pesos 00/100 M.N.).

Transporte de la tierra. Para el transporte de la tierra se ocuparán camiones de volteo con la capacidad de 20 m^3 de tierra por viaje, con un costo de \$3,500.00 pesos por viaje. En la zona donde se ubica el predio del proyecto un camión de volteo realiza al día un promedio de 1 viaje, por lo que puede transportar un volumen total de 20 m^3 en un día, lo que tiene un costo de \$3,500.00 pesos mexicanos al día para esa zona. Entonces se requiere 1 día de renta de un camión, para poder transportar los 3.78 m^3 de tierra que se requiere; lo que tendría un costo total por concepto de transporte igual a **\$3,500.00** (tres mil quinientos pesos 00/100 M.N.).

Costo total. En resumen, establecer la capa de tierra organica dentro de la superficie de CUSTF, tendrá un costo de **\$5,215.00** (cinco mil doscientos quince pesos 00/100 M.N.) considerando las actividades de compra y acarreo de la tierra.

2.7.7. Plantación

Cantidad de las plantas. Tal como fue indicado anteriormente, se requiere producir un total de 127 plantas nativas en vivero, para poder llevar a cabo las actividades de reforestación.

Transporte de las plantas. Para poder transportar las plantas desde el vivero hasta el sitio de plantación (incluye la carga y descarga), se rentaría un camión de carga de 3 toneladas cuyo costo por viaje es de \$3,500 pesos para la zona, hasta el predio del proyecto; por lo tanto, considerando que un camión de 3 toneladas realiza 1 viaje por día desde su zona de origen; y por cada viaje transporta alrededor de 9,240 plantas en charolas de 77 cavidades, bajo el supuesto de que el camión está adaptado para 3 camas de charolas), es decir, puede transportar 18480 plantas en un día; entonces resulta la necesidad de 1 viaje para transportar las 127 plantas que se requieren para el establecimiento de la regeneración natural; entonces, el transporte de las plantas hasta el predio tendría un costo total de **\$3,500.00** (tres mil quinientos pesos 00/100 M.N.).

Sembrado de las plantas. Una vez que se tienen las plantas en el predio se procede a la siembra de las mismas; para esta actividad se contratarían jornaleros (el promedio aproximado de siembra de un jornalero es de 120 plantas por jornal según experiencias previas en campo); cuyo costo por jornal en la zona (8 horas de trabajo), es de \$150.00 (son ciento cincuenta pesos M.N. 00/100); entonces, si consideramos que se requiere el sembrado de 127 plántulas para el establecimiento de la vegetación de regeneración, el número de jornales requeridos sería igual a 1.5, y por lo tanto se tiene como resultado que las actividades de sembrado tendría un costo total de: **\$225.00** (doscientos veinticinco pesos 00/100 M.N.).

Obtención de semillas. Como apoyo a las especies pioneras de regeneración se pretende también dispersar en la superficie de cambio de uso de suelo, 10 kg de semillas por hectárea, lo que nos arroja un total de $\frac{1}{2}$ kg por las 0.059 hectáreas que fueron afectadas hipotéticamente.

Entonces, considerando que la recolección de 1 kg de semillas implica un costo de \$50.00 (son cincuenta pesos M.N. 00/100), de acuerdo con experiencias previas en campo; entonces la obtención de los $\frac{1}{2}$ kg que se requieren para dispersar en 0.059 hectáreas, nos da un costo total de **\$25.00** (veinticinco pesos 00/100 M.N.).

Dispersión de semillas al voleo. La dispersión de semillas al voleo en la superficie de cambio de uso de suelo, requiere de la contratación de jornaleros, cuyo costo por jornal (8 horas de trabajo) es de \$150.00 como se mencionó anteriormente; con rendimiento estimado es de 10 kilogramos por jornal (según experiencias previas en campo); por lo tanto, se requiere de 1 jornal para la dispersión de los $\frac{1}{2}$ kg de semillas, lo que nos da un costo total de **\$150.00** (ciento cincuenta pesos 00/100 M.N.) por éste concepto.

Costo total. En resumen, para llevar a cabo la plantación con el apoyo de dispersión de semillas; se estima un costo total de: **\$3,900.00** (tres mil novecientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

2.7.8. Protección

Es importante evitar afectaciones que impliquen la suspensión del proceso de restauración; una de estas variables controlables es la afectación por incendios forestales, por lo que se requiere definir los puntos críticos de los límites del predio

y establecer brechas cortafuego permanentes; esta actividad no se contabiliza como costo inicial, ya que se parte del supuesto de que el predio se encuentra completamente desprovisto de vegetación y el mantenimiento durante los siguientes 5 años se podrá realizar cada 6 meses, lo cual implica un costo anual estimado de \$3,000.00 pesos anuales por cuestiones de protección (según experiencias en campo) y que en 5 años asciende a la cantidad de **\$15,000.00** (son quince mil pesos 00/100 M.N.).

2.7.9. Mantenimiento

El costo de mantenimiento del sitio reforestado, implica diferentes conceptos ligados a los procesos de restauración descritos en los apartados anteriores, como son: la obtención de plantas para reposición de plantas muertas; transporte de plantas para reposición de las muertas; replante de las plantas que murieron en la plantación inicial; y el deshierbe de la superficie restaurada.

Cabe mencionar que en el caso de la reposición de plantas muertas incluyendo todas las actividades involucradas, considera la reposición del 20% de las plantas sembradas en la plantación inicial, con un éxito de sobrevivencia del 80%. Los costos estimados de mantenimiento se presentan en la **Tabla 13**.

TABLA 13. COSTOS DE MANTENIMIENTO (EN PESOS MEXICANOS)				
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO
Obtención de planta para reposición de plantas muertas	Planta	3.57	25	89.25
Transporte de planta para reposición de plantas muertas	Viaje	3,500.00	1	3,500.00
Replante de plantas que murieron en la plantación inicial	Jornal	150.00	1	150.00
Deshierbe	Hectárea	40,000.00	0.059	2,360.00
			Costo total	6,099.25

Observaciones:

- 25 plantas representa el 20% de la plantación inicial que es de 127 plantas.
- Un camión de volteo transporta 9,240 plantas en un viaje, con costo de \$3500.00 por caje hasta el predio del proyecto.
- Un jornalero siembra 120 plantas en un jornal de trabajo, con costo de \$150.00 por jornal trabajado.
- Se requiere deshierbar 0.059 hectáreas cada 6 meses durante dos años, con un costo de \$10,000.00 por hectárea deshierbada en la localidad.

En conclusión, el costo total por concepto de mantenimiento de la superficie restaurada con motivo del cambio de uso de suelo, asciende a la cantidad de **\$6,099.25** (seis mil, noventa y nueve pesos 25/100 M.N.).

2.7.10. Asesoría técnica

Nuestros costos de asesoría técnica para realizar la restauración del sitio, asciende a la cantidad de \$25,000.00 (veinticinco mil pesos M.N. 00/100) por este concepto en una superficie equivalente a 0.059 hectáreas de CUSTF.

2.7.11. Costo total de las actividades de restauración

CONCEPTO	COSTO (\$)
Obtención del material vegetativo	453.39
Preparación y protección del terreno	5,215.00
Plantación	3,900.00
Protección	15,000.00
Mantenimiento	6,099.25
Asesoría técnica	25,000.00
COSTO TOTAL	55,667.64

En resumen, el costo total de las actividades tendientes a promover la recuperación, conservación y protección de una superficie de 0.059 ha en un plazo

de hasta 5 años, de acuerdo con los cálculos citados en los numerales anteriores, asciende a la cantidad de **\$55,667.64** (cincuenta y cinco mil, seiscientos sesenta y siete pesos 64/100 M.N.).

2.8. RESIDUOS QUE SE GENERARÁN Y DESTINO FINAL DE LOS MISMOS

La palabra residuo (con origen en el latín residuum) describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo. Por lo tanto, el concepto de residuo se emplea como sinónimo de basura, es decir, por hacer referencia a los desechos que el hombre ha producido. Para fines de este estudio, los residuos que pudiera generar el proyecto, se clasificarán en cuatro categorías que se indican a continuación:

a) Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole.

b) Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial (RME) están definidos como aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser

considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

c) Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se definen como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB que les confieren peligrosidad (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

d) Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera se asocian normalmente con procesos como la combustión, el almacenamiento de materiales y otros procesos específicos de la industria, y pueden proceder de:

Fuentes fijas: Son fuentes de emisiones discretas, estacionarias e identificables (como una chimenea o conducto de ventilación específico, u otros puntos discretos de emisiones) que liberan contaminantes a la atmósfera. Se hallan situadas habitualmente en fábricas o plantas de producción. Las fuentes fijas se caracterizan por ser emisoras de contaminantes generalmente asociados con la combustión de combustibles fósiles como óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y partículas sólidas (PS), así como con otros contaminantes atmosféricos, entre ellos, ciertos compuestos orgánicos volátiles (COV) y metales también asociados a una amplia gama de actividades industriales.

Fuentes fugitivas: Son emisiones distribuidas espacialmente en zonas amplias y proceden de operaciones en las que los escapes no se canalizan a través de chimeneas. Las emisiones fugitivas tienen un potencial de impacto terrestre por unidad mucho mayor que las emisiones de origen fijo, puesto que su descarga y dispersión se produce cerca de la tierra. Los dos tipos principales de emisiones fugitivas son los COV y las PS. Otros contaminantes (NO_x, SO₂ y CO) están asociados principalmente a los procesos de combustión destinados a generar energía eléctrica o mecánica, vapor y calor.

Fuentes móviles: Son las emisiones asociadas con el uso de vehículos e incluyen CO, NO_x, SO₂, PS y COV. Las emisiones pueden reducirse mediante la implantación de un plan periódico de reparación y mantenimiento de vehículos, la formación de los conductores acerca de las ventajas de las prácticas de conducción de vehículos que reducen tanto el riesgo de accidentes como el consumo de combustible, la sustitución de los vehículos antiguos por alternativas modernas con mayor control energético, la adaptación a combustibles más limpios y la instalación de dispositivos de control de emisiones como los convertidores catalíticos.

De acuerdo con esta clasificación, a continuación, se describen los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, que se espera generar durante el desarrollo del proyecto.

2.8.1. Preparación del sitio

a) Residuos sólidos urbanos

Estos residuos se generarán principalmente en el área de comedor al servicio de los trabajadores, así como en el campamento de obra, tales como:

Papeles y cartones. Incluye periódicos, revistas, hojas, facturas, formularios, carpetas, folletos, envases de cartón, recipientes de comida.

Vidrios. Cuentan entre sus materias primas con sílice, alcaloides y estabilizantes como la cal. Suelen ser reciclables eternamente. La mayor parte de los vidrios se desecharán en forma de botellas de bebidas y envases de alimentos.

Plástico. Existen más de cien tipos de plásticos derivados del petróleo. En el proyecto se espera generar con envases de productos de limpieza, bolsas de plástico, botellas de bebidas, recipientes de comida, entre otras cosas.

Botellas de plástico PET. Millones de botellas de plástico terminan en los basureros cuando perfectamente pueden ser recicladas y volver a elaborar plástico nuevo. Se generarán como envases de comida y bebida, vasos y cubiertos desechables.

Botellas de plástico HDPE. Este tipo de plástico se generará principalmente en las botellas de detergentes para lava trastes, envases de leche, botellas de jabón lava manos y champú.

Desechos orgánicos. Son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente, generados en el ámbito domiciliario y comercial. La fracción orgánica está compuesta principalmente por restos de comida y jardín que se producen diariamente el hogar y en establecimientos

comerciales. En la obra se encontrarán, por ejemplo, peladuras de frutas y verduras, sobras de comida, desperdicios de pescado, huesos y restos de carne, servilletas o manteles de papel con restos de materia orgánica, restos de café, huesos de animales, tapones de corcho natural, palillos, cáscaras o bolsitas de infusiones, cáscara de huevo.

b) Residuos de manejo especial

En la etapa de preparación del sitio, se generarán residuos de manejo especial, particularmente durante el desmonte y despalme del terreno y por el uso de los baños, o en su caso, por alguna atención médica a los trabajadores, destacando los siguientes:

Vegetales. Estos se originarán durante el desmonte, son aquellos que provienen de los árboles, arbustos y herbáceas que serán removidos; habitualmente se encuentran en forma de trozas, brazuelos, hojas, ramas y troncos, de distintos tamaños.

Pétreos. Estos se originarán durante el despalme, son aquellos que provienen de la roca, de una piedra o de un peñasco; habitualmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños.

Sanitarios. son todos los residuos, cualquiera que sea su estado, generados en los baños que estarán al servicio de los trabajadores, incluidos los envases, y residuos de envases, que los contengan o los hayan contenido. Algunos ejemplos de los residuos identificados como sanitarios que se espera generar durante esta

etapa del proyecto, se enlistan a continuación, de manera enunciativa más no limitativa:

- Papel sanitario.
- Toallas sanitarias.
- Hisopos.
- Pañuelos desechables.
- Rastrillos y cartuchos de rasurar.
- Colillas de cigarro.

c) Residuos peligrosos

Estos residuos, para esta etapa, se espera generar durante la operación de las motosierras requeridas para el desmonte del terreno; durante el funcionamiento de la planta de eléctrica que trabaja a base de diésel; o durante alguna atención médica por accidentes de trabajo; siendo los principales aquellos que se indican a continuación:

Hidrocarburos residuales. Provenientes del uso de las motosierras para el desmonte y despalme, o el uso de la planta eléctrica; por lo que se espera encontrarlos como:

- Partículas metálicas, originadas en el desgaste de las piezas en movimiento y fricción.
- Compuestos organometálicos conteniendo metales pesados procedentes de aditivos.

- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación del azufre de los combustibles.
- Restos de aditivos: fenoles, compuestos de zinc, cloro y fósforo.

Biosanitarios. Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, jeringas, guantes, etc.

Materiales mezclados con hidrocarburos. Originados durante la atención de algún derrame o fuga accidental de hidrocarburos, durante el funcionamiento de las motosierras o la planta eléctrica, tales como: estopas, trapos o papel impregnados con esas sustancias; tierra contaminada; recipientes para su almacenamiento o transporte, entre otros.

d) Emisiones a la atmósfera

Al revisar las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto en la etapa de preparación del sitio, se puede determinar que las emisiones a la atmósfera serán: gases de combustión durante el desmonte y despalme. Para determinar las emisiones de los principales contaminantes que serían aportados a la atmósfera, se tomaron en cuenta ciertas actividades por considerarse como las principales generadoras de gases de combustión, estas son:

- Tránsito vehicular
- Uso de motosierras

- Uso de planta eléctrica
- Desmonte
- Despalme
- Triturado de material vegetal

Derivado de dichas actividades se espera generar las siguientes emisiones:

- Dióxido de azufre (SO₂) por combustión de combustible.
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) por combustión de combustible.
- Monóxido de carbono (CO) por combustión de combustible.
- Dióxido de carbono (CO₂) por combustión de combustible.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV's) por combustión de combustible.

2.8.2. Construcción

a) Residuos sólidos urbanos

Estos residuos se generarán principalmente en el área de comedor y el campamento de obra al servicio de los trabajadores.

Papeles y cartones. Incluye periódicos, revistas, hojas, facturas, formularios, carpetas, folletos, envases de cartón, recipientes de comida, etc.

Vidrios. Cuentan entre sus materias primas con sílice, alcaloides y estabilizantes como la cal. Suelen ser reciclables eternamente. La mayor parte de los vidrios se desecharán en forma de botellas de bebidas y envases de alimentos.

Plástico. Existen más de cien tipos de plásticos derivados del petróleo. En el proyecto se espera generar con envases de productos de limpieza, bolsas de plástico, botellas de bebidas, recipientes de comida, entre otras cosas.

Botellas de plástico PET. Millones de botellas de plástico terminan en los basureros cuando perfectamente pueden ser recicladas y volver a elaborar plástico nuevo. Se generarán como envases de comida y bebida, vasos y cubiertos desechables.

Botellas de plástico HDPE. Este tipo de plástico se generará principalmente en las botellas de detergentes para lava trastes, envases de leche, botellas de jabón lava manos, champú, etc.

Desechos orgánicos. Son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente, generados en el ámbito domiciliario y comercial. La fracción orgánica está compuesta principalmente por restos de comida y jardín que se producen diariamente el hogar y en establecimientos comerciales. En la obra se encontrarán, por ejemplo, peladuras de frutas y verduras, sobras de comida, desperdicios de pescado, huesos y restos de carne, servilletas o manteles de papel con restos de materia orgánica, restos de café, huesos de animales, tapones de corcho natural, palillos, cáscaras o bolsitas de infusiones, cáscara de huevo, entre otros.

b) Residuos de manejo especial

Se producirán principalmente durante los procesos constructivos de las obras en general, tales como:

Materiales de excavación. el material de excavación es normalmente un residuo inerte, natural o artificial. En algunos casos se presenta con contaminantes al no responder a un suelo virgen. Son, en general, de naturaleza pétreo (tierra, rocas de excavación, materiales granulares).

Residuos de construcción. La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra. Son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto nueva como de reparación o ampliación. Su origen es diverso, los que provienen de la propia acción de construir y los que provienen de embalajes de los productos que llegan a la obra. Sus características y cantidad son variadas y dependen de la fase del trabajo y del tipo de obra (residencial, no-residencial, comercial, industrial, institucional). A continuación, se enlistan los principales residuos de construcción que se espera generar con el proyecto.

- Ladrillos: restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas, demolición por errores de obra.
- Hormigón simple (sin acero).
- Teja cerámica
- Vidrios: espejos, ventanas, vidrios decorativos.
- Tierra limpia, polvo, suelo.
- Porcelanas, incluyendo artefactos de baño.
- Metales ferrosos: despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad, trozos de hierro de las armaduras de vigas y columnas, trozos de alambre, clavos.
- Metales no ferrosos: perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados, aluminio, acero.

- Maderas: restos de encofrados, restos de pisos entablonados, machimbres, restos de vigas; marcos, puertas.
- Plásticos: cañerías, envoltorios, guarda cantos, envases, láminas de polietileno, pisos de vinílico, embalaje de ladrillos, botellas PET, bolsas varias.
- Techados: aislantes (poli estireno expandido, lana de vidrio, membranas), tejas cerámicas.
- Revestimientos: cerámicos, calcáreos.
- Papel y cartón: cartón corrugado, envoltorios, bolsas de cemento y cal, tubos de soporte de la membrana asfáltica, cajas de cartón corrugado.
- Restos de hormigón, mezclas de cemento y cal.
- Hormigón: escombros sobrantes del hormigón de fundaciones y de demolición por errores de obra o cambios en el proyecto.
- Yeso: restos de pasta de yeso utilizada para la ejecución del cielorraso en el sector de techo de losa.
- Mezclas: todo tipo de restos de morteros de asiento de ladrillos y revoque, incluye material de barrido de las áreas de trabajo.
- Losetas: restos de los elementos livianos de cerámica utilizados como relleno en las losas de viguetas prefabricadas.

Sanitarios. son todos los residuos, cualquiera que sea su estado, generados en los baños que estarán al servicio de los trabajadores, incluidos los envases, y residuos de envases, que los contengan o los hayan contenido. Algunos ejemplos de los residuos identificados como sanitarios que se espera generar durante esta etapa del proyecto, se enlistan a continuación, de manera enunciativa más no limitativa:

- Papel sanitario.

- Toallas sanitarias.
- Hisopos.
- Pañuelos desechables.
- Rastrillos y cartuchos de rasurar.
- Colillas de cigarro.

c) Residuos peligrosos

Es posible que se generen residuos de este tipo durante la construcción del proyecto, principalmente por el funcionamiento de vehículos de carga y transporte, grúas, monta cargas; así como el uso de sustancias que generan residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos más comunes que se espera generar, son los siguientes:

- Excedentes de materiales usados: pinturas y envases, adhesivo.
- Residuos puntuales: baterías, focos, lámparas.
- Constituyentes inseparables: madera tratada.
- Sobrantes de diluyentes, thinners y agentes de limpieza similares.
- Tierra contaminada, diésel contaminado, filtros, trapos impregnados y aceite quemado. En el caso de los tambos que han contenido productos como el curador de concreto, selladores, aceite de maquinaria y pintura.
- Envases de removedores y aerosoles.
- Restos de PVC, luego de ser sometidos a temperaturas superiores a los 40°C.
- Sobrantes de pastas, resanadores, selladores y anticorrosivos.
- Sobrantes de pegamento de PVC y CPVC.
- Sobrantes de silicón, así como los envases que los contienen.

Hidrocarburos residuales. Provenientes del uso de maquinaria, equipo y vehículos de transporte o carga, se espera encontrarlos como:

- Partículas metálicas, originadas en el desgaste de las piezas en movimiento y fricción.
- Compuestos organometálicos conteniendo metales pesados procedentes de aditivos.
- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación del azufre de los combustibles.
- Restos de aditivos: fenoles, compuestos de zinc, cloro y fósforo.

Biosanitarios. Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano tales como: gases, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, jeringas, guantes, etc.

Materiales mezclados con hidrocarburos. Originados durante la atención de algún derrame o fuga accidental de hidrocarburos, durante el funcionamiento de equipo o vehículos, tales como: estopas, trapos o papel impregnados con esas sustancias; tierra contaminada; recipientes para su almacenamiento o transporte, entre otros.

e) Emisiones a la atmósfera

Al revisar las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto en la etapa de construcción, se puede determinar que las emisiones a la atmósfera serán: gases de combustión durante el funcionamiento de grúas, monta cargas,

vehículos de transporte y de carga; y en general cualquier equipo que funcione a base de hidrocarburos. Para determinar las emisiones de los principales contaminantes que serían aportados a la atmósfera, se tomaron en cuenta ciertas actividades por considerarse como las principales generadoras de gases de combustión, estas son:

- Tránsito vehicular
- Uso de vehículos y grúas
- Carga y descarga
- Acarreos

Derivado de dichas actividades se espera generar las siguientes emisiones:

- Dióxido de azufre (SO₂) por combustión de combustible.
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) por combustión de combustible.
- Monóxido de carbono (CO) por combustión de combustible.
- Dióxido de carbono (CO₂) por combustión de combustible.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV's) por combustión de combustible.

2.8.3. Operación

En esta etapa del proyecto, dado que se trata de un conjunto habitacional, sólo se espera generar residuos domiciliarios, como los que se indican a continuación.

a) Residuos sólidos urbanos

Estos residuos se generarán principalmente en la vivienda y palapa de usos múltiples.

Papeles y cartones. Incluye periódicos, revistas, hojas, facturas, formularios, carpetas, folletos, guías telefónicas, envases de cartón, recipientes de comida, etc.

Vidrios. Cuentan entre sus materias primas con sílice, alcaloides y estabilizantes como la cal. Suelen ser reciclables eternamente. La mayor parte de los vidrios se desecharán en forma de botellas de bebidas y envases de alimentos, aunque también pueden componerse de vidrios rotos, ventanas rotas, y artículos decorativos en desuso o rotos (floreros, espejos, etc.).

Plástico. Existen más de cien tipos de plásticos derivados del petróleo. Durante la ocupación de las viviendas se espera generar con envases de productos de limpieza, bolsas de plástico, botellas de bebidas, recipientes de alimentos, entre otras cosas.

Botellas de plástico PET. Millones de botellas de plástico terminan en los basureros cuando perfectamente pueden ser recicladas y volver a elaborar plástico nuevo. Se generarán como envases de comida y bebida, vasos, cubiertos desechables, etc.

Botellas de plástico HDPE. Este tipo de plástico se generará principalmente en las botellas de detergentes para lava trastes, envases de leche, botellas de jabón lava manos, champú, etc.

Desechos orgánicos. Son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente, generados en el ámbito domiciliario. La fracción orgánica está compuesta principalmente por restos de comida y jardín que se producen diariamente en el hogar y en establecimientos comerciales. Durante la operación de las viviendas, se encontrarán, por ejemplo, peladuras de frutas y verduras, sobras de comida, desperdicios de pescado, huesos y restos de carne, servilletas o manteles de papel con restos de materia orgánica, restos de café, huesos de animales, tapones de corcho natural, palillos, cáscaras o bolsitas de infusiones, cáscara de huevo, entre otros.

b) Residuos de manejo especial

Se producirán principalmente durante el mantenimiento de la vivienda, o en su caso, durante ampliaciones o remodelaciones de las mismas, tales como:

- Ladrillos: restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas, demolición por errores de obra.
- Hormigón simple (sin acero).
- Teja cerámica
- Porcelanas, incluyendo artefactos de baño.
- Metales ferrosos: despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad, trozos de hierro de las armaduras de vigas y columnas, trozos de alambre, clavos.
- Metales no ferrosos: perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados, aluminio, acero.
- Maderas: restos de encofrados, restos de pisos entablonados, machimbres, restos de vigas; marcos, puertas.

- Plásticos: cañerías, envoltorios, guarda cantos, envases, láminas de polietileno, pisos de vinílico, embalaje de ladrillos, botellas PET, bolsas varias.
- Techados: aislantes (poli estireno expandido, lana de vidrio, membranas), tejas cerámicas.
- Revestimientos: cerámicos, calcáreos.
- Restos de hormigón, mezclas de cemento y cal.
- Hormigón: escombros sobrantes del hormigón de fundaciones y de demolición por errores de obra o cambios en el proyecto.
- Yeso: restos de pasta de yeso utilizada para la ejecución del cielorraso en el sector de techo de losa.
- Mezclas: todo tipo de restos de morteros de asiento de ladrillos y revoque, incluye material de barrido de las áreas de trabajo.
- Losetas: restos de los elementos livianos de cerámica utilizados como relleno en las losas de viguetas prefabricadas.

Sanitarios. son todos los residuos, cualquiera que sea su estado, generados en los baños de la vivienda, incluidos los envases, y residuos de envases, que los contengan o los hayan contenido. Algunos ejemplos de los residuos identificados como sanitarios que se espera generar durante esta etapa del proyecto, se enlistan a continuación, de manera enunciativa más no limitativa:

- Papel sanitario.
- Toallas sanitarias.
- Pañales.
- Hisopos.
- Pañuelos desechables.
- Rastrillos y cartuchos de rasurar.

- Colillas de cigarro.
- Cepillos de dientes en desuso

c) Residuos peligrosos

Se producirán principalmente durante el mantenimiento de la vivienda; durante ampliaciones o remodelaciones de las mismas, o en su caso, durante el funcionamiento de la planta eléctrica de emergencia, tales como:

- Excedentes de materiales usados: pinturas y envases, adhesivo.
- Residuos puntuales: baterías, focos, lámparas.
- Constituyentes inseparables: madera tratada.
- Sobrantes de diluyentes, thinners y agentes de limpieza similares.
- Trapos impregnados y aceite quemado. En el caso de los tambos que han contenido productos como el curador de concreto, selladores, aceite de maquinaria y pintura.
- Envases de removedores y aerosoles.
- Restos de PVC, luego de ser sometidos a temperaturas superiores a los 40°C.
- Sobrantes de pastas, resanadores, selladores y anticorrosivos.
- Sobrantes de pegamento de PVC y CPVC.
- Sobrantes de silicón, así como los envases que los contienen.

Biosanitarios. Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, jeringas, guantes, etc.

f) Emisiones a la atmósfera

Al revisar las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto en la etapa de operación, se puede determinar que las emisiones a la atmósfera serán: gases de combustión durante el funcionamiento de vehículos de transporte particular. Para determinar las emisiones de los principales contaminantes que serían aportados a la atmósfera, se tomaron en cuenta ciertas actividades por considerarse como las principales generadoras de gases de combustión, estas son:

- Tránsito vehicular
- Mudanzas
- Carga y descarga
- Acarreos
- Uso de planta eléctrica de emergencia

Derivado de dichas actividades se espera generar las siguientes emisiones:

- Dióxido de azufre (SO₂) por combustión de combustible.
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) por combustión de combustible.
- Monóxido de carbono (CO) por combustión de combustible.
- Dióxido de carbono (CO₂) por combustión de combustible.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV's) por combustión de combustible.

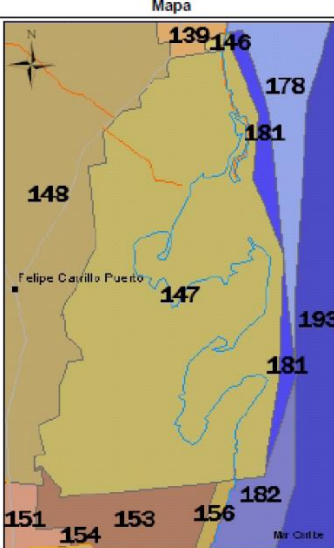
CAPÍTULO 3

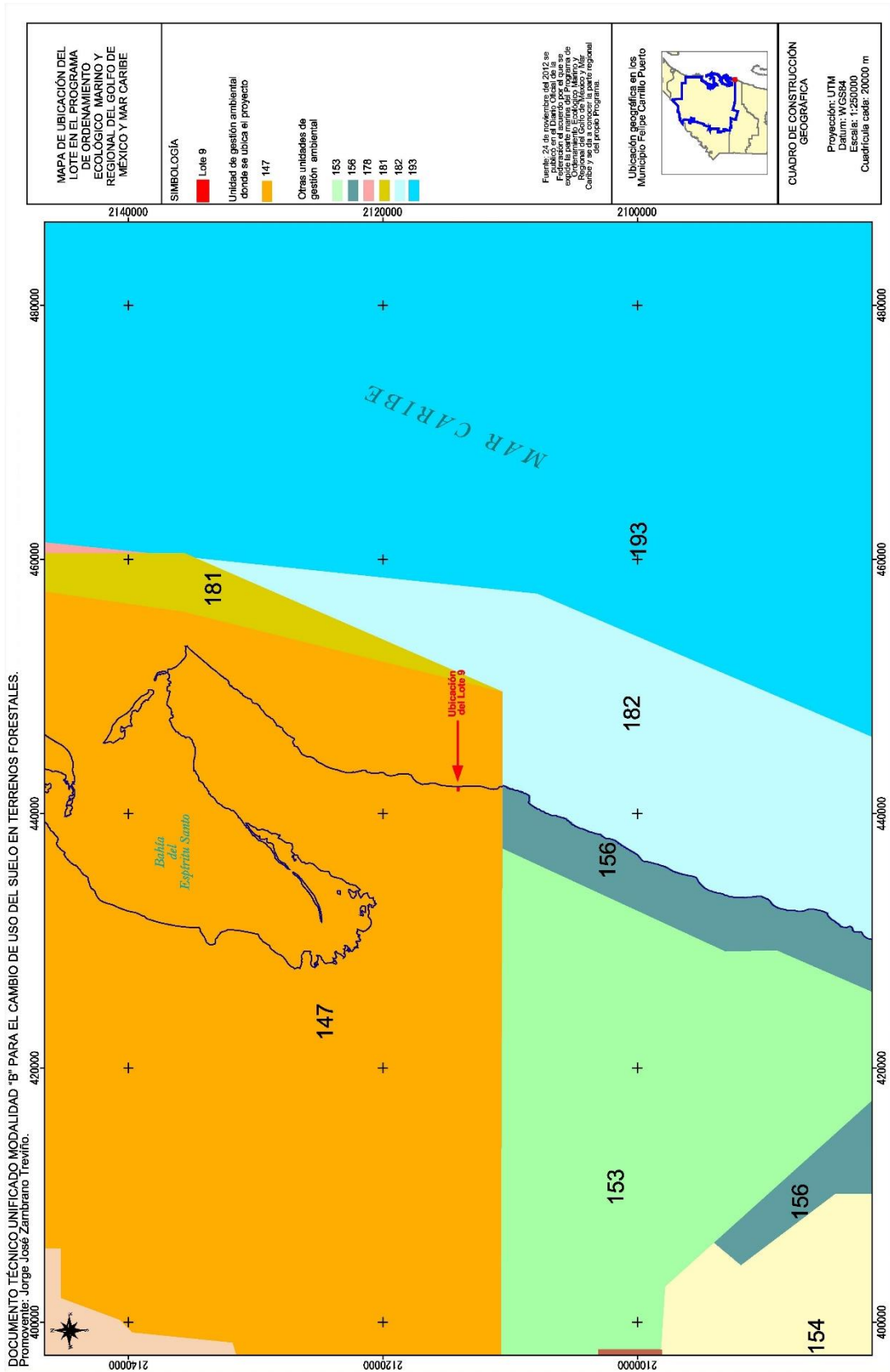
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

3.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (POE)

3.1.1. POE Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe

Conforme a lo establecido por el ACUERDO mediante el cual se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del citado Programa, se advierte que, el predio del proyecto se inserta en la Unidad de Gestión Ambiental Marina (ANP-Federal) 147 denominada “Reserva de la Biósfera Sian Ka’an” (ver plano de la página siguiente). A continuación, se presenta la ficha técnica de la UGA en comento, así como los lineamientos a los que se encuentra sujeta.

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	Mapa
Nombre:	Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	
Municipio:	Felipe Carrillo Puerto	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	345 Habitantes	
Superficie:	525,072.084 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	



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

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

NA = NO APLICA

Visto lo anterior, a continuación, se presenta un análisis del proyecto, con respecto a las acciones generales y específicas establecidas para la UGA 147 en el Ordenamiento Ecológico de referencia.

a) Acciones generales

G001

Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.

ANÁLISIS: El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, las cuales se describen a continuación, de acuerdo con los

permisos que en su caso se requieran de la CONAGUA y demás autoridades competentes.

- Sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, 1 válvula de descarga y 1 válvula de llenado. Este sistema permitirá el ahorro mensual de \$25.13 pesos mexicanos, 10.56 m³ de agua al mes y evitará la emisión de 0.001493 toneladas de CO2 al mes.
- Cebolleta con obturador el cual contará con una cabeza giratoria para el ahorro de agua durante el enjabonado y flujo de 9 litros por minuto. Este sistema permitirá el ahorro mensual de \$25.49 pesos mexicanos, 4.95 m³ de agua al mes y evitará la emisión de 0.001493 toneladas de CO2 al mes.
- Perlizadores, conocidos como dispersores que incrementan la velocidad de salida versus la disminución de área hidráulica y al agua de salida. Este sistema permitirá el ahorro mensual de \$23.79 pesos mexicanos, 4.62 m³ de agua al mes y evitará la emisión de 0.001493 toneladas de CO2 al mes.
- Llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro mensual de \$53.5 pesos mexicanos, 20.13 m³ de agua al mes y evitará la emisión de 4.47 kg de CO2 al mes.
- Mingitorios que función con el sistema "cero agua", es decir, no requieren de ese recurso para su operación.

G002

Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.

ANÁLISIS: La SEMARNAT (CONAGUA), SAGARPA y los Estados, figuran como los responsables de instrumentar esta acción, de acuerdo con el Anexo 6 del POEMR.

G003

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, y los Estados, pues tienen las atribuciones, principalmente la SEMARNAT, para el establecimiento de UMAS. El proyecto sólo contempla la construcción y operación de una casa habitación, por lo tanto, las actividades de comercio de especies de extracción, no forman parte de la misma.

G004

Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR y los Estados, pues son sectores que cuentan con las atribuciones necesarias para instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente la SEMARNAT a través de la PROFEPA, así como la Secretaría de Marina (SEMAR). En el caso del proyecto, este contará con un velador que proporciona vigilancia las 24 horas del día y acceso controlado al predio.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA, pues cuentan con los recursos y atribuciones necesarias para su instrumentación. Un banco de germoplasma es un sitio de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es la conservación de la biodiversidad. Son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas¹¹. En sentido de lo anterior, el establecimiento de bancos de germoplasma, rebasa los objetivos y la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación.

G006 *Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.*

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SAGARPA, pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios adecuados para llevarla a cabo.

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

¹¹ <http://www.cicy.mx/Sitios/Germoplasma/>

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, la responsable de realizar esta acción es la SEMARNAT, pues es el sector encargado de regular estas actividades. El proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados.

G009

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SCT, SEDESOL, los Estados y los Municipios; pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios para la construcción y operación de infraestructura. El proyecto corresponde a una casa habitación, es decir, se trata de una obra distinta a la señalada en esta acción.

G010

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

ANÁLISIS: Según el anexo 6 del POEMR los responsables de realizar esta acción son la SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, los Estados y los Municipios; nunca empresas privadas o particulares. El sitio del proyecto no se ubica dentro de áreas agropecuarias.

G011

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el anexo 6 del POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, SECTUR, los Estados y los Municipios, por lo tanto, son los encargados de instrumentar las medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por

efecto de las actividades humanas. El proyecto será desplantado sobre un ecosistema costero, por lo que se proponen una serie de medidas para mitigar los impactos ambientales que pudieran derivar de su construcción y operación, las cuales están descritas en el capítulo 8 de este estudio.

G012

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el POEMR, los responsables de realizar esta acción son la SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, los Estados y los Municipios. No se pretende construir u operar parques industriales.

G013

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

ANÁLISIS: Compete a la SAGARPA, SEMARNAT, los Estados y los Municipios, evitar la introducción de especies potencialmente invasoras (Anexo 6 del POEMR). El proyecto no contempla la introducción de especies de flora y fauna invasora.

G014

Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, promover la reforestación en los márgenes de los ríos (Anexo 6 del POEMR).

G015

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, los Estados y los Municipios, evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los

márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos (Anexo 6 del POEMR).

G016 *Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región (Anexo 6 del POEMR).

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50% (Anexo 6 del POEMR). No se realizarán actividades agrícolas.

G018 *Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO (Anexo 6 del POEMR). En el sitio del proyecto no existen cauces naturales.

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento para la elaboración de los planes o programas de desarrollo urbano que correspondan (Anexo 6 del POEMR).

G020

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos (Anexo 6 del POEMR). En todo el sistema ambiental definido, no se reporta la existencia de ríos, ni zonas inundables asociadas a ellos.

G021

Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas (Anexo 6 del POEMR).

G022

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA y los Estados, el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR).

G023

Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, la implementación de campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas (Anexo 6 del POEMR). Compete a la Comisión Nacional de Áreas Naturales

Protegidas (CONANP), llevar a cabo dichas campañas, dado que se trata de un área natural protegida de carácter federal.

G024

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático (Anexo 6 del POEMR). En caso de que esta autoridad determine que se deban realizar acciones de reforestación, se acatará lo establecido en esta acción.

G025

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). El proyecto no contempla llevar a cabo actividades productivas.

G026

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

ANÁLISIS: Compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). En el sitio del proyecto y su área de influencia, no se identificaron áreas útiles para el mantenimiento de la

conectividad ambiental en gradientes altitudinales, pues no existen zonas de montaña.

G027 *Promover el uso de combustibles de origen no fósil.*

ANÁLISIS: Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). Se utilizará un calentador solar a fin de sustituir el uso de aquellos que requieren gas o energía eléctrica para su funcionamiento.

G028 *Promover el uso de energías renovables.*

ANÁLISIS: Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). El proyecto contempla el uso de paneles solares para el suministro de energía eléctrica; un calentador solar para el suministro de agua caliente; y lámparas solares o con fotoceldas.

G029 *Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.*

ANÁLISIS: Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). El proyecto contempla el uso de paneles solares para el suministro de energía eléctrica; un calentador solar para el suministro de agua caliente; y lámparas solares o con fotoceldas.

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

ANÁLISIS: Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). En caso de requerirse, se utilizará equipo que ahorre energía eléctrica.

G031

Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.

ANÁLISIS: Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMR). El combustible requerido para la construcción del proyecto, necesariamente serán hidrocarburos, dado que se ocupará equipo que funciona a base de ellos. En la operación se utilizará un calentador solar a fin de sustituir el uso de aquellos que requieren gas o energía eléctrica para su funcionamiento; se contará con parrillas eléctricas (dentro de lo posible) para reducir el uso de gas.

G032

Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.

G033

Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.

G034

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. El proyecto contempla el uso de paneles solares para el suministro de energía eléctrica; un calentador solar

para el suministro de agua caliente; lámparas solares o con fotoceldas; así como un sistema de tratamiento de aguas residuales con tratamiento primario, secundario y terciario.

G035

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. El proyecto contempla el uso de paneles solares para el suministro de energía eléctrica; un calentador solar para el suministro de agua caliente; y lámparas solares o con fotoceldas.

G036

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. El proyecto no contempla la operación de instalaciones industriales.

G037

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT y la SAGARPA el cumplimiento de esta acción. El proyecto no implica actividades agrícolas.

G038 *Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.*

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT y la SAGARPA el cumplimiento de esta acción. En el capítulo 6 se evalúa la captación de carbono que provee la superficie de aprovechamiento.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción. El proyecto no es de tipo industrial.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción.

G043

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT y la SAGARPA el cumplimiento de esta acción.

G044

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SAGARPA, INAPESCA y SE, el cumplimiento de esta acción. El proyecto no implica actividades pesqueras.

G045

Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.

G046

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.

G047 *Impulsar la diversificación de actividades productivas.*

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.

G050 *Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.*

ANÁLISIS: La casa habitación será desplantada sobre un cimiento profundo, es decir, a base de pilotes, el cual se considera como el más adecuado para zonas costeras; además que se construirá con materiales permanentes y resistentes como el block, el concreto simple, armado y reforzado; viguetas y bovedilla; y en el caso de las puertas y ventanas, se instalarán cortinas anticiclónicas.

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Se instalarán botes de basura (con separadores por tipo de residuos), distribuidos en sitios estratégicos para su adecuado uso. Se anexa el plan de manejo de residuos que se implementa para las obras que se someten a evaluación, que contemplan un pequeño almacén de residuos peligrosos.

G052

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y el Municipio.

G053

Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.

ANÁLISIS: El efluente final proveniente del sistema de tratamiento de aguas residuales que se implementará para la operación del proyecto, será utilizada para el riego de áreas verdes, es decir, será reutilizada dentro del mismo predio.

G054

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. El proyecto no forma parte del sector industrial; sin embargo, contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales hasta el nivel terciario, como se describe en el capítulo 2 de este estudio.

G055

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

ANÁLISIS: Este estudio forma parte de la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

G056

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios. Se instalarán botes de basura (con separadores por tipo de residuos), distribuidos en sitios estratégicos para su adecuado uso. Se anexa el plan de manejo de residuos que se implementa para las obras que se someten a evaluación, que contemplan un pequeño almacén de residuos peligrosos.

G057

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y los Estados.

G058

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto por su cuenta ejecutará un Plan de manejo de residuos que contempla la gestión de residuos peligrosos; adicionalmente se instalará un pequeño almacén de residuos peligrosos debidamente acondicionado para tal fin.

G059

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados, Municipios. En este capítulo se analizan todos y cada uno de los instrumentos normativos que regulan la zona, por tratarse de un ANP, incluyendo su programa de manejo y decreto de creación.

G060

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

ANÁLISIS: El proyecto no se realizará dentro de zonas con vegetación acuática sumergida.

G061

La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SCT, los Estados y los Municipios. Durante el proceso constructivo se aplicarán medidas específicas para evitar impactos ambientales por contaminación, tales como: un plan de manejo de residuos, instalación de

contenedores para residuos; un sistema de tratamiento de aguas residuales; barreras antidispersantes, entre otras (consultar capítulo 8). Cabe mencionar que el proyecto no se realizará dentro del área marina, pues las obras permanentes estarán ubicadas a 48 metros del ambiente marino, como se muestra en el plano de la página siguiente.

G062

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA.

G063

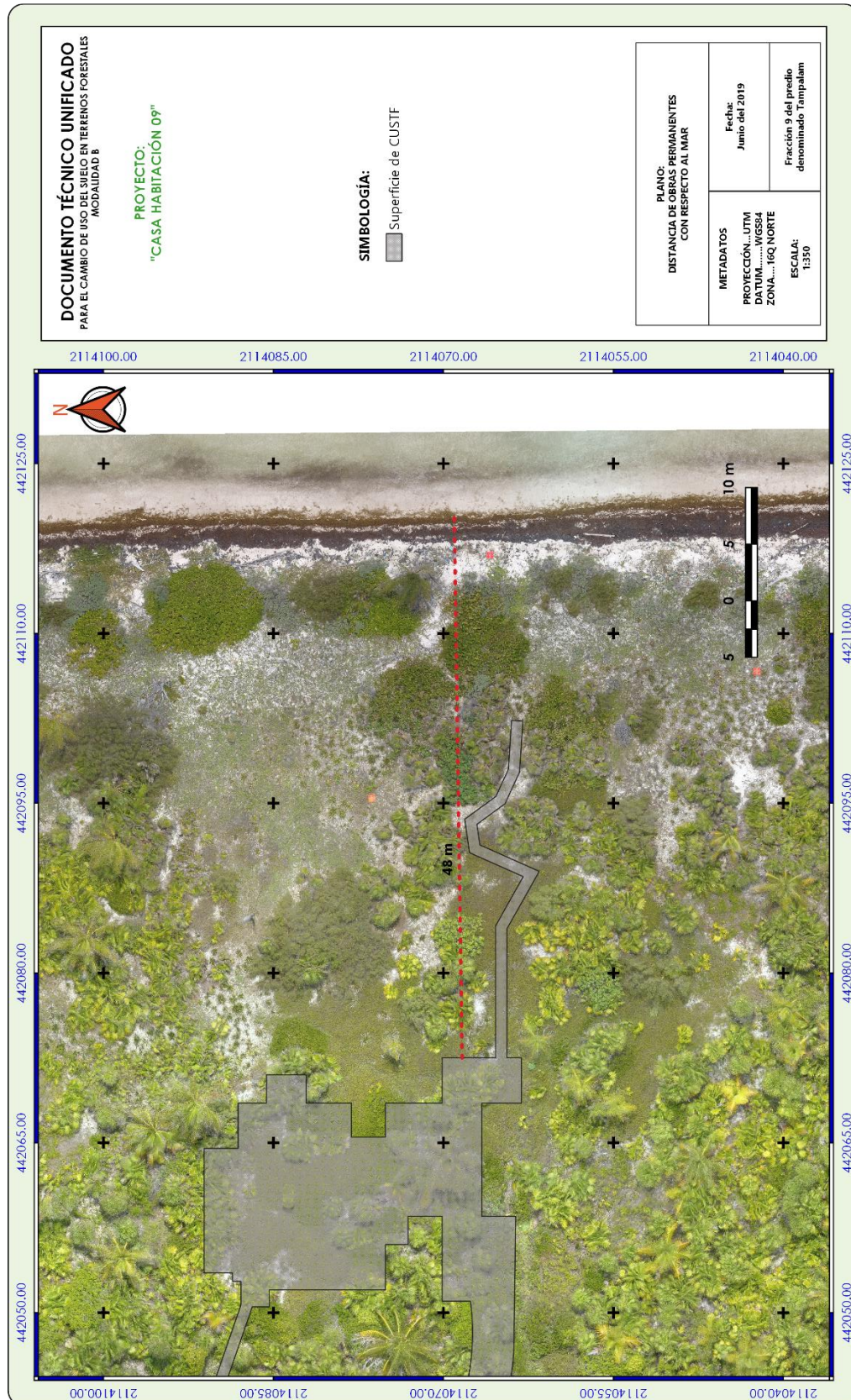
Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la INAPESCA y la SAGARPA.

G064

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

ANÁLISIS: EL proyecto contempla la construcción de un camino de acceso que será desplantado sobre vegetación de Matorral costero. De acuerdo con el estudio realizado en campo, esa zona no presenta patrones de inundación, ni flujos de agua superficiales, por lo que no existe riesgo de afectar dichos recursos.



G065

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

ANÁLISIS: Corresponde a esta Secretaría solicitar la opinión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas durante el procedimiento de evaluación del proyecto.

b) Acciones específicas

A001

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla el uso de agroquímicos ni pesticidas, mucho menos su comercialización.

A002

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla el uso de agroquímicos ni pesticidas, mucho menos su comercialización.

A003

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla realizar actividades agropecuarias ni forestales.

A005

Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.

ANÁLISIS: Previo a la operación del proyecto, se realizarán pruebas en las instalaciones y conexiones hidráulicas a fin de detectar posibles fugas y, en su caso, repararlas. Se realizará un mantenimiento continuo a dichas instalaciones, a fin de asegurar su correcto funcionamiento.

A006

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

ANÁLISIS: El proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, el cual ya fue descrito en el capítulo 2 de este estudio. El efluente final proveniente del sistema de tratamiento de aguas residuales que se propone para el proyecto (que incluye aguas grises), será utilizado para el riego de áreas verdes, previo tratamiento y depuración.

A007

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, los Estados y los Municipios. El sitio del proyecto se ubica dentro de un Área Natural Protegida.

A008

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado a una distancia de 48 metros con respecto a la playa (como se observa en el plano de la página 147), por lo que no contempla algún tipo de actividad en esa zona; salvo el sendero de acceso a la playa que llega

hasta los límites del predio, pero no alcanza la playa propiamente dicha, además que no se trata de una obra permanente, ni implica el sellado del suelo, pues sólo estará delimitado con piedra caliza o estacas de madera.

A009

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, el cumplimiento de esta acción específica.

A010

Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, el cumplimiento de esta acción específica.

A011

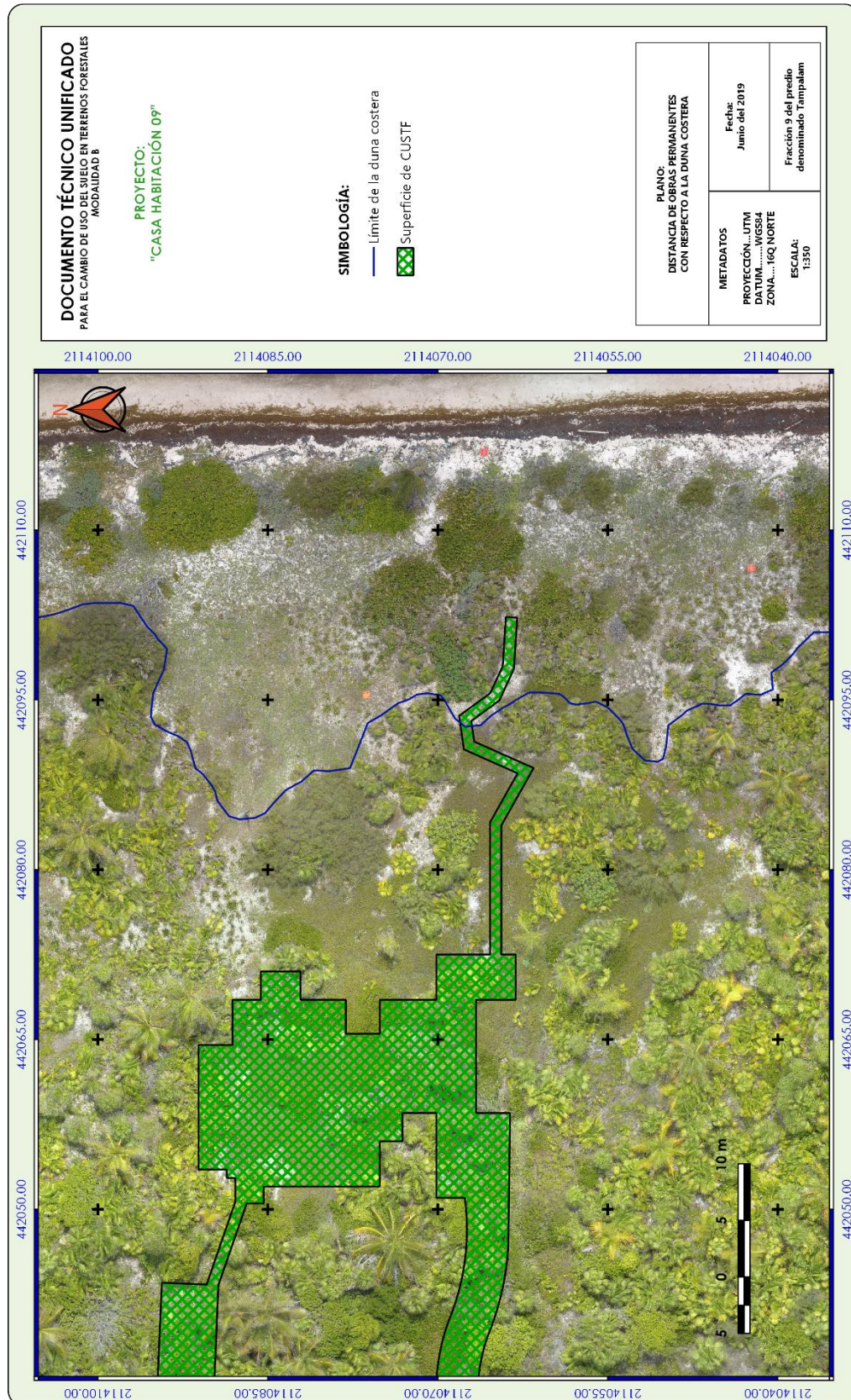
Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla realizar obras o actividades agropecuarias.

A012

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, como se observa en el plano de la página siguiente, generado con base en un ortomosaico georreferenciado, resultado de la técnica de fotogrametría, en donde se aprecia claramente el parte aguas de la duna que viene siendo la cobertura de matorral costero.



A013

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT y Estados. El proyecto no contempla la introducción de especies de ningún tipo, ni realizar actividades marítimas.

A014

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

ANÁLISIS: Corresponde a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas el cumplimiento de esta acción específica, dado que el predio del proyecto se ubica dentro de un área natural protegida de carácter federal.

A015

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, siendo el parte aguas del ecosistema, como se observa en el plano de la página 151; por lo que no se contrapone con esta acción específica.

A016

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios. El sitio del proyecto se ubica dentro de un área natural protegida.

A017

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, siendo el parte aguas del ecosistema, como se observa en el plano de la página 151; por lo que no se contrapone con esta acción específica.

A018

Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. El proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, entre las que se incluyen las especies listadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 (ver capítulo 8).

A019

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla la implementación de programas de remediación, pues el sitio del proyecto no se ubica en una zona que esté afectada por residuos.

A020

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla obras o actividades relacionadas con el manejo de caña.

A021

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

ANÁLISIS: El proyecto no se ubicará dentro de zonas industriales ni urbanas.

A022

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMAR, SEMARNAT, PEMEX y los Estados. El sitio del proyecto no se ubica en zonas o aguas afectadas por hidrocarburos.

A023

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

ANÁLISIS: El proyecto no llevará a cabo actividades riesgosas.

A024

Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.

ANÁLISIS: El proyecto no llevará a cabo obras o actividades relacionadas con la industria. Los vehículos que se utilicen en el proyecto, serán inspeccionados a fin

de que cuenten con los servicios técnicos de mantenimiento que permitan su correcto funcionamiento.

A025

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias.

A026

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias.

A027

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, siendo el parte aguas del ecosistema, como se observa en el plano de la página 151; por lo que no se contrapone con esta acción específica.

A028

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

ANÁLISIS: El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, siendo el parte del ecosistema, como se observa en el plano de la página 151; por lo que no se contrapone con esta acción específica.

A029

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

ANÁLISIS: El proyecto no corresponde a infraestructura costera, ni se realizará sobre el área marina, pues estará desplantado a una distancia de 48 metros con respecto a esta, como se mencionó anteriormente.

A030

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

ANÁLISIS: El proyecto no corresponde a infraestructura costera, ni se realizará sobre el área marina, pues estará desplantado a una distancia de 48 metros con respecto a esta, como se mencionó anteriormente.

A031

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

ANÁLISIS: El proyecto no será desplantado sobre barras arenosas que limiten sistemas lagunares costeros.

A032

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

ANÁLISIS: El proyecto no corresponde a infraestructura costera, ni se realizará sobre el área marina, pues estará desplantado a una distancia de 48 metros con respecto a esta, como se mencionó anteriormente. El proyecto será desplantado detrás del cordón de duna costera, dentro de la zona con Matorral costero, siendo el parte aguas del ecosistema, como se observa en el plano de la página 151; por lo que no se contrapone con esta acción específica.

A033

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

ANÁLISIS: Dado que el proyecto se ubicará dentro de un área natural protegida que cuenta con la presencia de especies migratorias, se ha optado por utilizar paneles solares en lugar de sistemas a base de energía eólica.

A034

Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.

ANÁLISIS: Se ha optado por utilizar paneles solares en lugar de sistemas a base de la fuerza mareomotriz.

A037

Promover la generación energética por medio de energía solar.

ANÁLISIS: Se ha optado por utilizar paneles solares para la generación de energía eléctrica, por lo que se apega a lo señalado en esta acción específica.

A038

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

ANÁLISIS: Se ha optado por utilizar paneles solares para la generación de energía eléctrica, por lo que no se requiere el uso de residuos agrícolas.

A039

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

ANÁLISIS: El proyecto no contempla el uso de agroquímicos, pues no pretende realizar actividades agrícolas.

A040

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

A041

Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.

A042

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

A044

Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.

A047

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

A048

Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR e INAPESCA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.

A050

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A051

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A052

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

ANÁLISIS: EL proyecto no contempla obras o actividades agrícolas.

A053

Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.

ANÁLISIS: EL proyecto no contempla obras o actividades productivas extensivas.

A054

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

ANÁLISIS: EL proyecto no contempla obras o actividades productivas intensivas ni extensivas.

A055

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

ANÁLISIS: EL proyecto no contempla obras o actividades agropecuarias.

A056

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

ANÁLISIS: EL proyecto no contempla obras o actividades agrícolas.

A057

Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.

ANÁLISIS: EL proyecto no corresponde al establecimiento de zonas urbanas.

A058

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

ANÁLISIS: EL proyecto no pretende realizar actividades relacionadas con la reubicación de personas fuera de las zonas de riesgo.

A059

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A060

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A061

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A062

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A063

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

ANÁLISIS: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de esta acción específica.

A064

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

ANÁLISIS: La vivienda será conectada al sistema de tratamiento de aguas residuales propuesta para el proyecto, el cual incluye un tratamiento hasta el nivel terciario.

A065

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

ANÁLISIS: El proyecto queda exceptuado de la aplicación de esta acción específica, dado que la misma se refiere a plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.

A068

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

A069

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

ANÁLISIS: El proyecto no corresponde a infraestructura costera, ni se realizará sobre el área marina, pues estará desplantado a una distancia de 48 metros con respecto a esta, como se mencionó anteriormente; no obstante, se aplicará un programa de manejo de residuos que incluye aquellos de naturaleza sólida, peligrosa y de manejo especial, como se describe en el capítulo 8 de este estudio.

A070

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

ANÁLISIS: se aplicará un programa de manejo de residuos que incluye aquellos de naturaleza sólida, peligrosa y de manejo especial, como se describe en el capítulo 8 de este estudio.

A071

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

ANÁLISIS: De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SECTUR, SEMARNAT y los Estados.

A072

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

ANÁLISIS: El proyecto consisten en la construcción y operación de una casa habitación, es decir, no se trata de un desarrollo turístico, por lo que no está sujeto a lo que dispone esta acción específica.

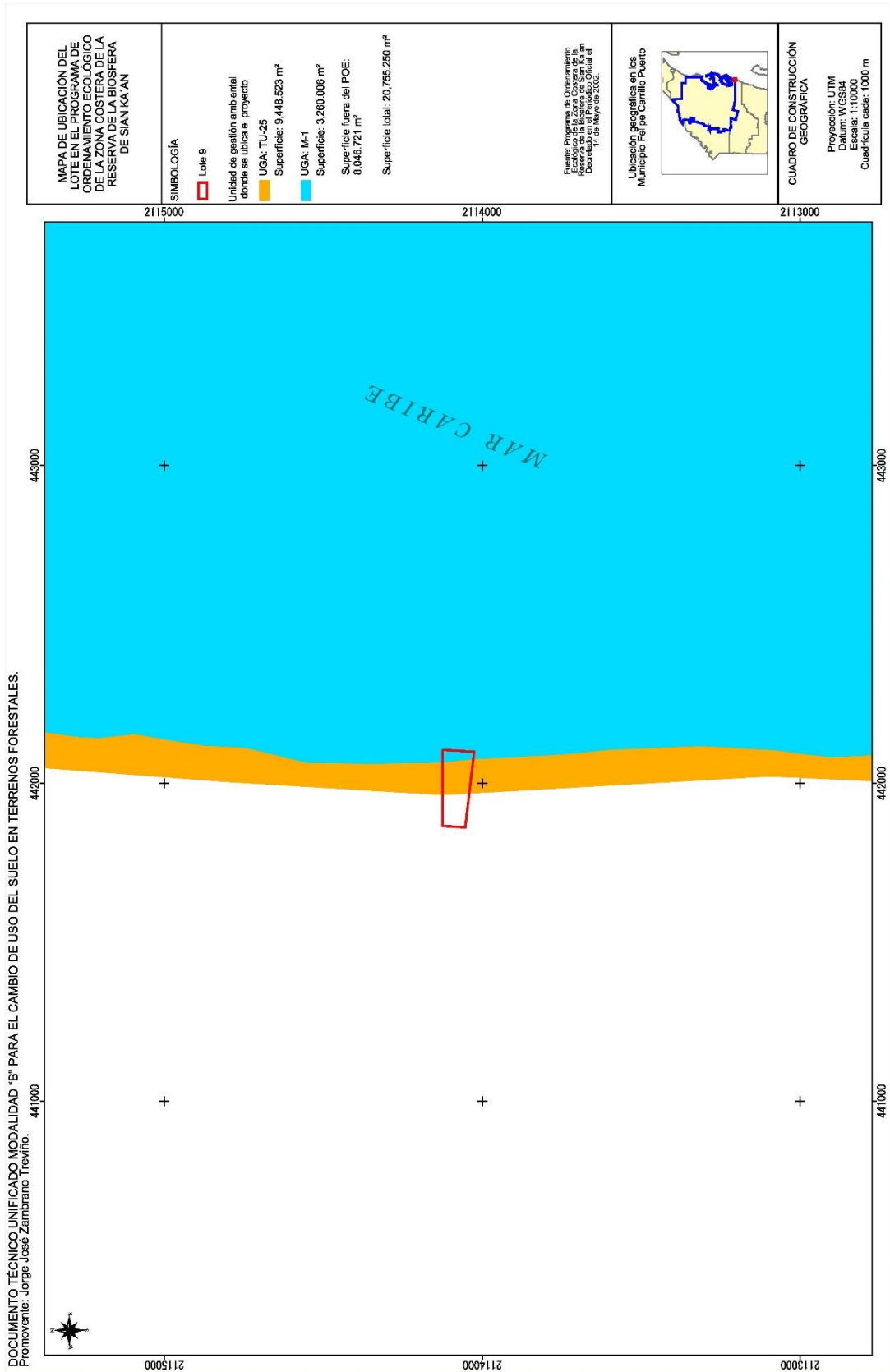
3.1.2. POE de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

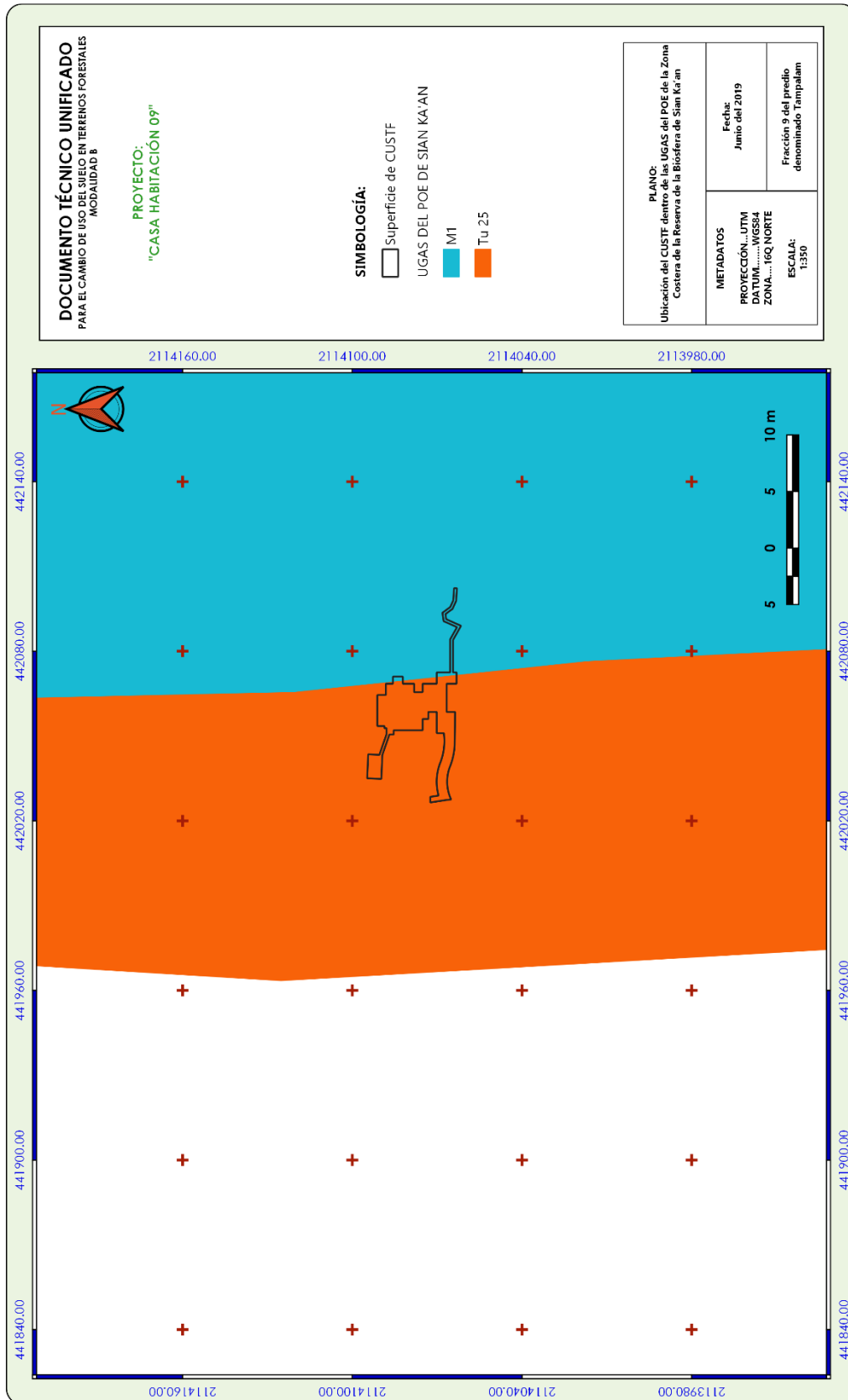
Conforme a los límites geográficos de este ordenamiento del territorio, se determina que el sitio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) Tu 25 y M1, como se observa en el plano de la página siguiente y se indica en la **Tabla 14**.

TABLA 14. RELACIÓN PREDIO – UGAS DEL POE		
UGA	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
Tu 25	9,448.523	45.52
M1	3,260.006	15.71
Sin UGA	8,046.721	38.77
Total	20,755.25	100.00

Como se puede observar en la tabla que antecede, el sitio del proyecto se ubica parcialmente dentro del polígono regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico en comento, con 12,708.53 m² que equivalen al 61.23% de su superficie; en tanto que el 38.77% restante (8,046.721 m²) se ubican fuera de sus límites. En lo que concierne a la superficie de CUSTF, esta se ubica en 51.885 m² dentro de la UGA M1 y en 547.254 m² dentro de la UGA Tu 25, como se muestra en el plano de la página 166. Enseguida se indican los lineamientos que rigen cada UGA.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN						
CLAVE UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES	CRITERIOS
Tu25	conservación	Turismo bajo impacto (servicios)	Flora y fauna	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario	Industria Centro de población Minería Agricultura	AC 2,3 AG 2,3 Ah 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 C 4,5,6,7,8,9,10,11 EI 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17 18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,31,33,34,35 .36,37,38 Ff 1,3,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18, 19,20,21,22 FO 1,2,3,4,5, I 1,2 MAE 1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21,22,23,24,26 P 1,2,3,4, Tu 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,20,21 .22,23,24,26,27,28,29,30
M1	Conservación	Actividades marinas	Flora y fauna, pesca, turismo	Flora y fauna, pesca, turismo	Industria Minería Agricultura	M 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29, 30,31,32,34,35,36





A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con respecto a los criterios aplicables a las UGAS Tu 25 y M1 en la que se ubica el terreno forestal en estudio.

a) UGA Tu 25

AC	2	<i>Sólo se permiten instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas, estos requerirán la presentación de un estudio de impacto ambiental en modalidad específica.</i>
AC	3	<i>La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente, no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.</i>

Análisis: No se contempla la realización de obras o actividades de acuacultura.

AG	2	<i>Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio,</i>
AG	3	<i>El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas Respectivas, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de ser de baja permanencia en el ambiente-</i>

Análisis: No se contempla la realización de obras o actividades de agricultura.

Ah	5	<i>En los predios de menos de 50 m de frente al Mar Caribe, aquellos que no tengan frente a este o aquellos con menos de media hectárea, se podrá construir una casa habitación de hasta 75 m² de superficie construida y un máximo de 1.5 baños</i>
Ah	6	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 50 m o mayor, y más de media hectárea sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.</i>
Ah	7	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.</i>

Ah	8	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.</i>
Ah	9	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y entre 1 a 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.</i>
Ah	10	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has. podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m² de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.</i>

Análisis: El proyecto se apega a lo establecido en el criterio Ah 10, toda vez que posee una superficie mayor a 2 hectáreas, y un frente de playa superior a los 100 metros, de tal modo que propone la construcción de una casa habitación unifamiliar de 399.902m²; que cuenta con 4.5 baños y una cocina, tal como fue descrito en el capítulo 2 de este estudio.

Ah	11	<i>No se permitirán construcciones adicionales para servicio y resguardo de instalaciones (encargado o velador). En su caso, estas instalaciones deberán estar adosadas a la casa o construcción principal y sumarse en la superficie de construcción autorizada.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El dormitorio para el velador está adosado a la estructura principal de la vivienda, como se describe en el capítulo 2 de este estudio; y esa obra forma parte de la superficie total de desplante propuesta es de 399.902m² de construcción.

Ah	12	<i>La superficie de los predios libre de construcción, será destinada a la conservación de las condiciones naturales del sitio, para lo cual, previo a la autorización de la SEMARNAT para el desarrollo, el propietario firmará un contrato transaccional notariado en la que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. O bien podrá establecerse una servidumbre voluntaria en favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: Tal como lo establece este criterio, la superficie del predio que no forma parte del proyecto, será destinada a su conservación en sus condiciones originales. En apego a este criterio, se firmará un contrato transaccional notariado en la que se autorice a la SEMARNAT a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida.

Ah	13	<i>Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de esta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El proyecto no propone la subdivisión del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Ah	14	<i>No se autorizará construcción alguna en lotes subdivididos con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, que no cuenten con las características arriba establecidas.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El proyecto no propone la subdivisión del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Ah	15	<i>Sólo se permite la subdivisión de lotes menores de 100 metros de frente de playa, cuando la(s) superficie(s) menores de 100 m de frente de playa resultantes de la división, sea con fines de donación al patrimonio de la Reserva.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: El proyecto no propone la subdivisión del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Ah	16	<i>Las donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva, no afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficies originales.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El proyecto no propone la subdivisión del predio donde se pretende desarrollar; ni la donación de superficie alguna dentro de sus límites geográficos.

Ah	17	<i>Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.</i>
-----------	-----------	---

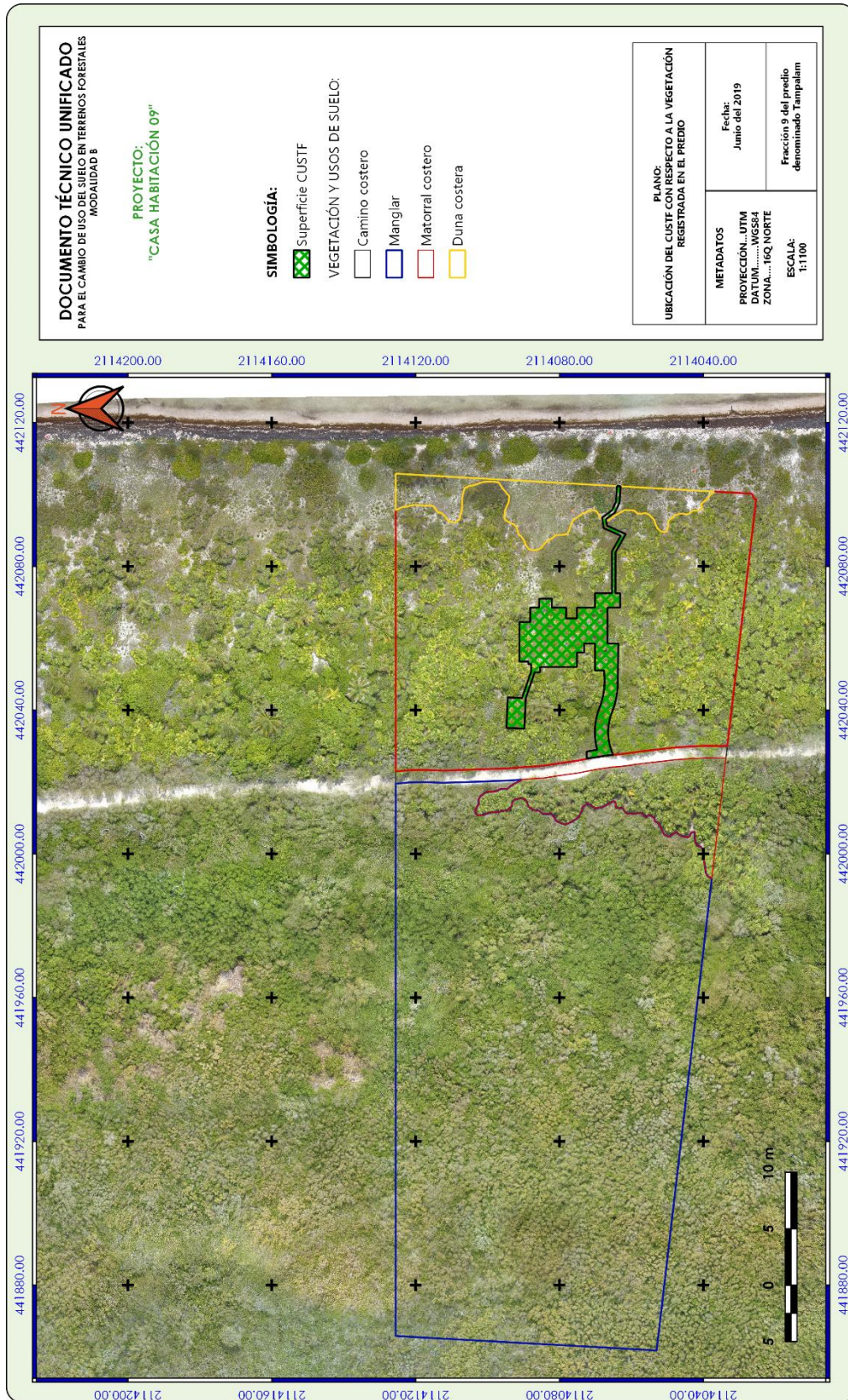
Análisis: El proyecto no propone la fusión del predio donde se pretende desarrollar.

Ah	18	<i>No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: Conforme al plano de vegetación presentado en el capítulo 4 de este estudio, se determina que el proyecto será desplantado en una zona con Matorral costero, por lo que queda libre de aprovechamiento la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna, siendo dicho "parteaguas" el propio ecosistema de matorral costero. La zona de manglar se ubica del otro lado del camino costero, con rumbo hacia la zona lagunar (como se observa en el plano de la página siguiente), por lo que se asegura que el desplante tampoco se ubica en el límite de ese ecosistema.

C	4	<i>No se permite la utilización de explosivos.</i>
----------	----------	--

Análisis: No se contempla el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.



C	5	<i>Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración de sitio.</i>
----------	----------	--

Análisis: En apego a lo que señala este criterio, se removerá toda la infraestructura asociada al campamento de obra. No se considera la implementación de un programa de restauración de sitio, dado que la superficie que ocupará el campamento, estará destinada a la construcción de la casa habitación.

C	6	<i>No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.</i>
----------	----------	---

Análisis: Las mismas áreas de aprovechamiento proyectadas, serán las que se utilizarán para la disposición temporal de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos; nunca sobre la vegetación nativa que se conservará en estado natural.

C	7	<i>Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.</i>
----------	----------	--

Análisis: En el plan de manejo de residuos propuesto para el desarrollo del proyecto, se describen las medidas preventivas que se aplicarán para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido, durante el funcionamiento de las motosierras y de la planta eléctrica, por lo que se sugiere remitirse al capítulo 8 de este estudio para su consulta.

C	8	<i>El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.</i>
----------	----------	--

Análisis: Se contempla como obra provisional, la instalación de una bodega (descrita en el capítulo 2 de este estudio), que servirá para almacenar los materiales de construcción, y dadas sus características de diseño, evita la dispersión de polvos.

C	9	<i>Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.</i>
----------	----------	--

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de este criterio.

C	10	<i>Toda obra pública o privada (incluyendo excavación, cimentación, demolición o construcción) en predios que cuenten con vestigios arqueológicos o adyacentes a estos, requieren adicionalmente la autorización del INAH.</i>
----------	-----------	--

Análisis: En el predio de proyecto no se registraron vestigios arqueológicos.

C	11	<i>En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia de radio mínima de 10 m con centro alrededor de cada estructura.</i>
----------	-----------	---

Análisis: En el predio de proyecto no se registraron vestigios arqueológicos.

EI	1	<i>La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotécnicas apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.</i>
-----------	----------	---

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes la aplicación de este criterio.

EI	2	<i>Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad Municipal correspondiente.</i>
-----------	----------	---

Análisis: A través del presente estudio, se solicita las autorizaciones en materia forestal y de impacto ambiental para el desarrollo de las obras.

EI	4	<i>Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.</i>
-----------	----------	---

Análisis: En el plan de manejo de residuos propuesto para el desarrollo del proyecto, se encuentra anexo al capítulo 8 de este estudio, por lo que se sugiere remitirse a dicho apartado para su consulta.

EI	5	<i>Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.</i>
-----------	----------	---

Análisis: En el plan de manejo de residuos propuesto para el desarrollo del proyecto, se encuentra anexo al capítulo 8 de este estudio, por lo que se sugiere remitirse a dicho apartado para su consulta.

EI	6	<i>Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje y servicios y los asentamientos humanos y en general cualquier edificación que genere aguas negras y grises, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.</i>
-----------	----------	---

Análisis: El proyecto propone un sistema de tratamiento de aguas residuales hasta el nivel terciario, y el uso del efluente final para el riego de áreas verdes, por lo que se sugiere remitirse al capítulo 2 de este estudio para su consulta.

EI	7	<i>Deberá incorporarse el uso de sistemas secos para el manejo y disposición final de excretas, con composteo y reaprovechamiento; o bien sistemas húmedos como los humedales artificiales, que cumplan con remociones mínimas del 90 % tanto de Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO5) como de Sólidos Suspendidos Totales (SST). En el caso de humedales o procesos de biofiltración, deberá contarse con un sistema de impermeabilización a base de geomembranas de manera que se garantice que no habrá precolación hacia el terreno o a los cuerpos de agua naturales aledaños. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en los criterios Ah</i>
-----------	----------	--

Análisis: El proyecto propone un sistema de tratamiento de aguas residuales cuyo nivel de tratamiento secundario consiste en un humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial, el cual estará asentado en una laguna de concreto que estará cubierta con una geomembrana. Para la remoción de los sólidos suspendidos totales, se contará con un biodigestor que realizará el tratamiento primario de tipo anaeróbico, en donde se degradas los sólidos hasta un 90%, e incluso en temporadas de poco uso de la vivienda, se puede remover hasta el 100%; el 10% de sólidos remanentes, ser depositarán en un registro de lodos del biodigestor y de allá pasarán a una laguna o depósito donde serán secados y estabilizados para su retiro del predio. Para mayores detalles del sistema, se sugiere remitirse al capítulo 2 de este estudio.

EI	8	<i>Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.</i>
-----------	----------	--

Análisis: la NOM-ECOL-001-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, de tal modo que el sistema de tratamiento de aguas residuales que se propone para el proyecto, queda exceptuado de su aplicación, dado que el efluente final

será utilizado para riego, y contempla un tratamiento hasta el nivel terciario con una desinfección del agua mediante radiación UV, lo que asegura la eliminación del 100% de organismos patógenos; en tanto que el tratamiento primario con el biodigestor asegura la eliminación de los sólidos; y finalmente el tratamiento secundario a través de un humedal, permite la reducción de otros elementos propios de las aguas residuales, como la demanda bioquímica de oxígeno, nitritos, nitratos, etc.

EI	9	<i>Sólo en condiciones extraordinarias por razones de limitaciones de espacio, se permitirá el uso de fosas sépticas y cuando estas sean de tipo mejorado de concreto armado, de tres cámaras, con filtro inverso en la última cámara y pozo sellado hasta el manto salino de cuando menos 20 mts. de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua salina de mínimo el doble del volumen de agua dulce proveniente de la fosa, con el objeto de disminuir la flotabilidad del agua dulce dentro de la capa de agua salina en donde será descargada. Debido a la inestabilidad del terreno, no se permiten aquellas fosas construidas con tabique o block.</i>
-----------	----------	--

Análisis: Los baños que se utilizarán para la etapa constructiva, estarán conectados a un biodigestor de 3000 litros. Sin embargo, las aguas residuales provenientes de ese biodigestor no serán descargadas a pozos, por el contrario, se contratará a una empresa privada para que realice el retiro de esos residuos y se encargue de su disposición final. No se requieren fosas sépticas que descarguen a pozos.

EI	10	<i>Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen, sean menores a 180 gr/m³ de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la reserva.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: De acuerdo con (Limón J., 2013)¹², durante un proceso de sedimentación primaria con adición de cal (como un biodigestor), se generarían de 240 a 400 kg/1000 m³, lo que equivale a 240 a 400 gr/m³; lo cual se reduce de 60 a 100 kg/1000 m³ con tratamiento a través de filtro biológico (como un humedal), como se indica en el siguiente cuadro.

Proceso	Gravedad específica sólidos	Gravedad específica lodo	Producción de sólidos secos, kg/1000 m ³
Sedimentación primaria	1.4	1.02	110-170
Lodos activados (purga)	1.25	1.005	70-100
Filtro biológico (purga)	1.45	1.025	60-100
Aireación extendida (purga)	1.30	1.015	80-120
Laguna aireada (purga)	1.30	1.01	80-120
Filtración	1.20	1.005	12-24
Remoción algal	1.20	1.005	12-24
Sedimentación primaria con adición de cal (350-500 mg/l)	1.9	1.04	240-400

Tomado de Limón J., 2013.

Considerando esos datos, se determina que el biodigestor, a su máxima capacidad de tratamiento primario que sería de 3 m³ (3 mil litros), generaría de 720 gr a 1200 gr de sólidos; lo que se reduciría de 180 a 300 gr con el tratamiento secundario por filtro biológico por 3 m³ de agua tratada, es decir, que podría estar dentro del límite permitido aun con ese evento extraordinario; de allá la selección de un biodigestor de esas dimensiones; sin embargo, esas cifras corresponden a un evento con posibilidad nula de ocurrencia en el proyecto, pues resulta imposible que 7 personas habitando la casa por períodos cortos de tiempo, demanden el 100% de capacidad del biodigestor.

¹² Juan Gualberto Limón Macías. 2013. Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso?

Al tratarse de una casa veraniega que demandará como máximo el 35% de capacidad del biodigestor y del humedal (1.05 m³ de agua tratada), anualmente, es decir, en un escenario de máxima ocupación, se estarían generando de 144 a 200 gramos por 1.05 m³ de agua tratada, que se reduciría de 63 a 105 gramos por 1.05 m³ de agua residual tratada por filtro biológico, es decir, por el humedal artificial, de tal modo que no se rebasa el límite permitido que es de 180 gr/m³. Se reitera que este cálculo es considerando escenarios de máxima ocupación, sin embargo, la mayor parte del año la casa sólo estará ocupada por el velador (período de mínima ocupación), quien demandaría el 10% de capacidad del biodigestor, anualmente, que equivale a 0.30 m³ de agua tratada, generando de 18 a 30 gr de sólidos hasta el tratamiento secundario con filtro biológico, muy por debajo de lo permitido; por lo que se asume que el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para el proyecto, se ajusta a lo que establece este criterio.

EI**11**

En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales

Análisis: El uso que se le pretende dar al efluente final del sistema de tratamiento de aguas residuales del proyecto, será para riego, por lo tanto, será indispensable articular el sistema de riego al tanque donde se almacenará el efluente ya desinfectado con el tratamiento terciario.

EI**12**

Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.

Análisis: Al interior de la superficie de aprovechamiento del proyecto, que será utilizada para la disposición de desechos de la obra, no se registraron cuerpos de

agua que pudieran ser afectados, además que el proyecto se ubicará a 45 metros del área marina.

EI	13	<i>Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, esto con el fin de evitar su contaminación.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: El proyecto queda exceptuado de la aplicación de este criterio, dado que se ubica en la zona Sur de la reserva, por lo que está fuera de los límites comprendidos entre la entrada de la reserva hasta el inicio de la laguna Xamach, y entre la laguna Xamach hasta Punta Allen.

EI	15	<i>No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes. Se permite la construcción de 1 camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m. Si los caminos caen en manglares, se deberán hacer puentes.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: La sección del camino costero existente que se ubica dentro del predio del proyecto, no será modificado en ningún sentido. Partiendo de dicho camino se trazará un camino de acceso que conducirá hasta la casa habitación, cuya amplitud máxima será de 4 metros (en algunas secciones). El camino atraviesa vegetación de Matorral costero, por lo que es factible de realizarse a nivel del suelo natural.

EI	16	<i>Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la -autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: La sección del camino costero existente, y que se ubica dentro del predio del proyecto, no será modificado en ningún sentido.

EI	17	<i>Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.</i>
EI	18	<i>Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.</i>
EI	19	<i>Los carteles deberán estar pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.</i>

Análisis: No se requiere la instalación de carteles para el proyecto; sin embargo, en casos especiales que lo demanden, antes de su colocación se tramitarán los permisos correspondientes, ante las autoridades competentes.

EI	20	<i>Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas (servidumbre de paso) al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. Los propietarios en coordinación con las autoridades competentes evaluarán y determinarán la ubicación de los mismos. En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: Actualmente existe una zona sin vegetación aparente que llega a la duna, a manera de camino antiguo y que se ubica fuera del predio; por lo que se considera innecesario realizar otra servidumbre de paso, pues ello implica la remoción de vegetación natural en áreas preservadas. No obstante, en caso de que las autoridades competentes determinen que al interior del predio se deba establecer una servidumbre de paso que actúe como acceso a la playa, se acatará lo procedente.

EI	21	<i>No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: Se evitará esta acción durante el desarrollo del proyecto. Los vehículos que se utilicen se estacionarán en la superficie destinada al estacionamiento de la vivienda, el cual no será desplantado sobre caminos de acceso a la playa.

EI	22	<i>No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: No se pretende instalar pistas aéreas.

EI	23	<i>No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuatizaje de hidroaviones.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El proyecto sólo afectará vegetación de Matorral costero, en una zona donde no existen lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales.

EI	24	<i>No se permite la instalación de marinas.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: No se pretende la construcción de marinas.

EI	26	<i>La instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras, deberán guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 m en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y afectando al manglar en un ancho máximo de 2 m. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir un muelle, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar el muelle más cercano a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño del predio en donde está construido el muelle en su mantenimiento.</i>
EI	27	<i>La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</i>
EI	28	<i>Se prohíbe el uso de creosota y otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.</i>

Análisis: No se pretende la construcción de muelles ni embarcaderos.

EI	29	<i>La construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar, se podrán instalar de la siguiente forma: una en la laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel - Xamach y dos en el río con una distancia promedio de 8 km entre ellas, y una en Laguna Pájaros. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir una rampa, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar la rampa más cercana a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al al dueño en su mantenimiento.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende la construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas.

EI	31	<i>La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: Toda la instalación eléctrica será subterránea en acatamiento a lo que establece este criterio.

EI	33	<i>Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna, deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: Para el suministro de energía eléctrica a la casa habitación, se contempla instalar paneles solares. En casos extraordinarios se podrá utilizar un generador de emergencia que funciona a base de diésel, el cual estará ubicado dentro del cuarto de lavado, por lo que estará protegido del ambiente, confinando el ruido a esa área, a 75 db en un rango de 7 metros.

EI	34	<i>La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: Para el suministro de energía eléctrica a la casa habitación, se contempla instalar paneles solares, que estará sobre la azotea de la vivienda, por lo que no se requiere de usar derechos de vía.

EI	35	<i>No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l. (gas y diesel) y NOM.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: Como máximo se almacenarán 25 litros de diésel, que es la capacidad máxima del tanque de la planta de emergencia, por lo que no se rebasa lo permitido.

EI	36	<i>Se prohíben los campos de golf.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende la construcción de campos de golf.

EI	37	<i>La disposición de baterías y acumuladores, insecticidas, así como sus empaques y envase, deberá cumplir con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: En caso de que se desechen baterías, acumuladores o insecticidas, estos serán retirado del predio, y trasladados a centros de acopio autorizados, previa gestión.

EI	38	<i>Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas</i>
-----------	-----------	---

Análisis: No se contempla infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas.

Ff	1	<i>El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996 y se requerirá permiso de la Dirección de la Reserva.</i>
-----------	----------	--

Análisis: No se contempla el uso de leña.

Ff	3	<i>No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.</i>
-----------	----------	---

Análisis: El proyecto no será desplantado dentro del área marina.

Ff	6	<i>Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.</i>
-----------	----------	---

Análisis: Controlar el acceso a las playas tortugueras corresponde a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, ya que no se está en posibilidades de impedir el acceso a dicha zona.

Ff	7	<i>En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.</i>
-----------	----------	---

Análisis: La proyección de la iluminación de la casa habitación, al ser de un solo nivel, será obstaculizada por la cobertura vegetal de matorral costero que delimita la duna costera y que se conservará en estado natural, de tal manera que no tendrá incidencia directa hacia el mar. Las obras permanentes estarán ubicadas a 48 metros de la zona de playa. No obstante, se propone que toda la luminaria que tenga proyección en dirección al mar, contará con pantallas y tendrá un ángulo de proyección de 45° con dirección hacia el suelo; utilizando luz ámbar.

Ff	8	<i>En las áreas adyacentes a las playas tortugueras se manejará la inclinación y los colores de la iluminación artificial (preferentemente roja o amarilla), que garantice la arribazón de las tortugas.</i>
-----------	----------	--

Análisis: La proyección de la iluminación de la casa habitación, al ser de un solo nivel, será obstaculizada por la cobertura vegetal de matorral costero que delimita la duna costera y que se conservará en estado natural, de tal manera que no tendrá incidencia directa hacia el mar. Las obras permanentes estarán ubicadas a 48 metros de la zona de playa. No obstante, se propone que toda la luminaria que tenga proyección en dirección al mar, contará con pantallas y tendrá un ángulo de proyección de 45° con dirección hacia el suelo; utilizando luz ámbar.

Ff	9	<i>Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.</i>
-----------	----------	---

Análisis: No se pretende introducir vehículos a la playa y dunas. Se acatará lo señalado en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

Ff	10	<i>Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende introducir animales domésticos en la zona de playa. Se acatará lo señalado en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

Ff	11	<i>Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende encender fogatas en la zona de playa. Se acatará lo señalado en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

Ff	12	<i>Se prohíbe el tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende el uso de ganado caballar o fauna doméstica en la zona de playa. Se acatará lo señalado en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

Ff	13	<i>El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se pretende el establecimiento de viveros, invernaderos o criaderos de especies nativas.

Ff	14	<i>Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Trinax radiata</i> y <i>Cocotrinax readii</i>.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se contempla el aprovechamiento de las hojas de las palmas *Trinax radiata* y *Cocotrinax readii* en el desarrollo del proyecto.

Ff	16	<i>Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (<i>Felis catus</i>).</i>
-----------	-----------	---

Análisis: No se pretende la introducción o manutención de gatos domésticos. Se acatará lo señalado en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

Ff	17	<i>Se promoverá la erradicación del pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y el reestablecimiento de la flora nativa.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: No se registró la especie *Casuarina equisetifolia* al interior del predio del proyecto.

Ff	18	<i>En las áreas jardinadas se emplearán preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: No se contempla la conformación de áreas ajardinadas, pues el proyecto contará con amplias áreas con vegetación natural, en donde serán reubicadas las plantas producto del rescate de flora nativa.

Ff	19	<i>La recolección de plantas para uso ornamental y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc), podrá realizarse por el propietario dentro del mismo predio en donde serán utilizadas, o en otros predios mediante permiso de la Dirección de la Reserva</i>
-----------	-----------	--

Análisis: El proyecto contará con amplias áreas con vegetación natural, en donde serán reubicadas las plantas producto del rescate de flora nativa.

Ff	20	<i>Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.</i>
-----------	-----------	--

Análisis: El proyecto no es de tipo marino.

Ff	21	<i>Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina</i>
-----------	-----------	--

Análisis: El proyecto no es de tipo marino.

Ff	22	<i>No se permite la desecación de humedales, tala y relleno del manglar, con la excepción de las podas autorizadas por la SEMARNAT para la instalación de infraestructura menor que se requiera tales como accesos peatonales, senderos y muelles rústicos.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: El proyecto afectará exclusivamente vegetación de Matorral costero, dejando como área de conservación toda la superficie del predio que presenta cobertura vegetal de manglar; como ha quedado demostrado en apartados anteriores.

FO	1	<i>Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50 % del frente de mar de cada predio sin seccionarse</i>
-----------	----------	--

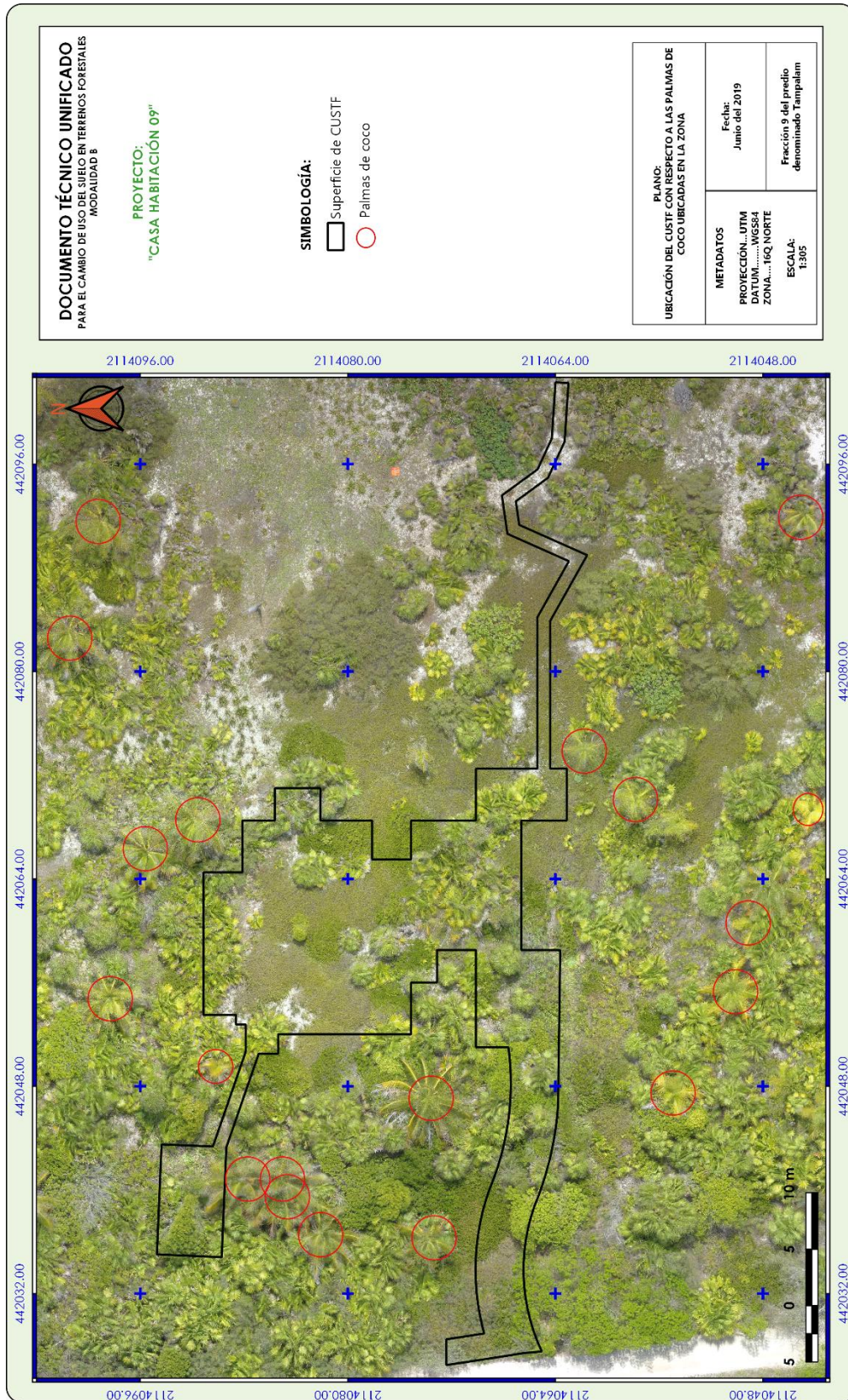
Análisis: El proyecto no contempla actividades de reforestación con palma de COCO.

FO	2	<i>En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.</i>
-----------	----------	--

Análisis: Al interior del predio y cercano al área de desplante se registraron 19 ejemplares aislados y dispersos de palma de coco (*Cocos nucifera*); sin embargo, se ubican fuera del área de CUSTF propuesta, de tal modo que el proyecto no implica la eliminación de vegetación herbácea y arbustiva en áreas con presencia de palma de coco. Esto puede corroborarse a través del plano que se muestra en la página siguiente, obtenido mediante fotogrametría, una técnica que consiste en obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea.

FO	3	<i>Queda prohibido el uso del fuego para desmontes, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de las áreas de crecimiento de palma de coco.</i>
-----------	----------	--

Análisis: El desmonte se realizará con equipo manual y motosierras, en ningún caso, incluyendo el manejo de residuos (cualquiera fuera su naturaleza), se contempla el uso de fuego. Se acatará lo establecido en este criterio durante el desarrollo del proyecto.



FO	4	<i>No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.</i>
-----------	----------	--

Análisis: El desmonte se realizará con equipo manual y motosierras, tal como fue propuesto en el capítulo 2 de este estudio. Se acatará lo establecido en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

FO	5	<i>Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (Casuarina sp.), Pirul Brasileño (Schinus terebinthifolius), Meleleuca (Meleleuca quinineria), Almendro (Terminalia sp) y Columbrina (Columbrina asiática), Eucaliptos (Eucalipto sp) y flamboyán (Delonix regia).</i>
-----------	----------	--

Análisis: El proyecto no contempla actividades de reforestación, salvo la reubicación de las plantas nativas que se obtengan del rescate de vegetación, a realizar dentro de la superficie de CUSTF.

I	1	<i>No se permite la instalación de industrias.</i>
I	2	<i>Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía.</i>

Análisis: El proyecto no contempla obras o actividades relacionadas con la industria.

MAE	1	<i>Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.</i>
------------	----------	--

Análisis: En el capítulo 8 de este estudio se describen a detalle las medidas a implementar para evitar la contaminación del agua y del manto freático, tales como: un sistema de tratamiento de aguas residuales hasta el nivel terciario; un equipo de atención a derrames; un almacén de residuos peligrosos; un plan de manejo de residuos, entre otras medidas.

MAE	3	<i>Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente manifestación de impacto ambiental.</i>
------------	----------	---

Análisis: En proyecto no contempla la construcción u operación de obras de acceso a cuerpos de aguas.

MAE	4	<i>Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.</i>
MAE	5	<i>La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento, requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de la Reserva, así como de la factibilidad derivada de estudios específicos y monitoreo constante de la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).</i>
MAE	6	<i>El aprovechamiento de aguas subterráneas, no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.</i>

Análisis: El proyecto contempla la obtención de agua potable a través de un pozo, sin embargo, dado lo delicado de ese tipo de obra y ese tipo de aprovechamiento, para esta etapa del proyecto que se somete a evaluación sólo se solicita la autorización para remover la vegetación en el área donde será desplantado el pozo, ya que para su construcción se realizarán las gestiones correspondientes ante la CONAGUA y la Dirección del área natural protegida, con el objeto de obtener los permisos y concesiones correspondientes.

MAE	7	<i>Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia in situ.</i>
------------	----------	---

Análisis: En proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, el cual ya fue descrito en el capítulo 2 de este estudio, por lo que se sugiere remitirse a ese apartado para mayores detalles.

MAE	8	<i>Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.</i>
------------	----------	--

Análisis: En proyecto será desplantado sobre vegetación de Matorral costero, en donde no se registraron flujos o escurrimientos pluviales; sin embargo, cabe mencionar que la vivienda será cimentada sobre pilotes, lo que permitirá que, durante una precipitación pluvial, el agua pase a través y por debajo de la obra.

MAE	9	<i>Se prohíbe la extracción de agua de cenotes</i>
MAE	10	<i>No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.</i>
MAE	11	<i>No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.</i>
MAE	12	<i>Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.</i>

Análisis: En proyecto será desplantado sobre vegetación de Matorral costero, en donde no se registraron cenotes, dolinas ni cavernas, conforme a lo descrito en el capítulo 4 de este estudio.

MAE	13	<i>Los desechos orgánicos podrán procesarse dentro de los propios predios en la Reserva, siempre y cuando se garantice que los lixiviados no tengan contacto con los cuerpos de agua naturales</i>
------------	-----------	--

Análisis: En proyecto será desplantado sobre vegetación de Matorral costero, en donde no se registraron cuerpos de agua. Se tiene destinada un área específica del proyecto para el depósito de residuos, en donde se llevará a cabo actividades de

composteo, misma que contará con una pileta de concreto impermeabilizada con geomembrana, para evitar el escurrimiento o filtración de lixiviados.

MAE	14	<i>Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.</i>
------------	-----------	---

Análisis: En proyecto no contempla el mantenimiento de derechos de vía.

MAE	15	<i>No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.</i>
------------	-----------	---

Análisis: Los residuos sólidos que genere el proyecto, serán almacenados temporalmente en contenedores específicos durante la etapa de preparación del sitio y construcción; y durante la operación serán almacenados en una pequeña bodega integrada a la casa, por lo que no se requiere su quema. Se acatará lo establecido en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

MAE	16	<i>Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.</i>
------------	-----------	---

Análisis: En proyecto no contempla la construcción de senderos o acceso peatonales sobre manglares; el único tipo de vegetación por afectar corresponde a Matorral costero.

MAE	17	<i>Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zig zag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados.</i>
------------	-----------	--

Análisis: En proyecto no contempla la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna; como medida de mitigación se propone la delimitación de un sendero en forma de zigzag que conducirá desde la casa hacia la playa, y que atraviesa la duna, en espacios con vegetación herbácea y con un ancho de 1 metro, como se muestra en el plano de la página siguiente.

MAE	18	<i>Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.</i>
------------	-----------	---

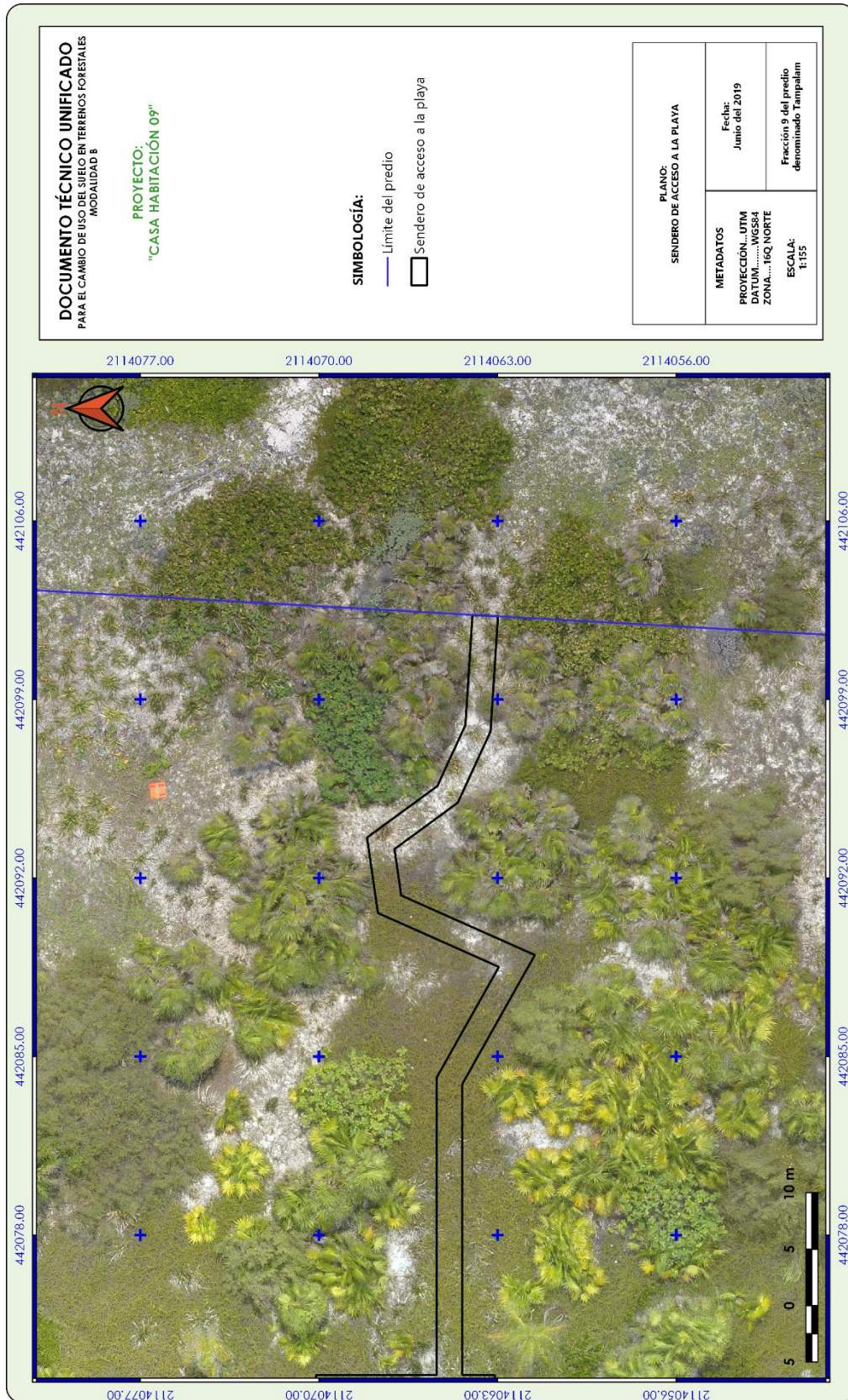
Análisis: En proyecto no contempla obras o actividades relacionadas con la restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.

MAE	19	<i>El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.</i>
------------	-----------	---

Análisis: En proyecto será desplantado en el tercio medio del predio en sentido Norte-Sur, dejando los extremos o colindancias con otros pedios, sin construir (ver plano de la página siguiente). Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación como es el caso de la duna costera y el manglar, tal como se observa en el plano de la página 196.

MAE	20	<i>Solo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.</i>
------------	-----------	--

Análisis: Conforme a lo que establece el programa de manejo del área natural protegida, sólo se pretende despalmar la superficie destinada a la construcción de la vivienda y del sistema de tratamiento de aguas residuales, además del camino de acceso.





MAE	21	<i>Durante las actividades de construcción sólo podrá removerse suelo en el sitio del desplante del predio.</i>
------------	-----------	---

Análisis: Sólo se pretende rescatar (remover) el suelo dentro de la superficie destinada al desplante del proyecto. Se acatará lo establecido en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

MAE	22	<i>Con la excepción de la palma de coco (<i>Cocus nucifera</i>), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.</i>
------------	-----------	--

Análisis: No se contempla el uso de troncos de palma para la construcción del proyecto. Se acatará lo establecido en este criterio durante su desarrollo.

MAE	23	<i>Queda prohibida la extracción de recursos minerales y la remoción de arena de las playas y dunas, así como el uso o aprovechamiento de lajas de la zona rocosa intermareal.</i>
------------	-----------	--

Análisis: No se contemplan obras o actividades dentro de la zona de playa ni en el cordón de dunas costeras. Se acatará lo establecido en este criterio durante el desarrollo del proyecto.

MAE	24	<i>La edificación de cercas y los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Con el objeto de evitar diferencias en la interpretación, los interesados deberán contar con el visto bueno del tipo de cercado de la CONANP.</i>
------------	-----------	---

Análisis: No se contempla el cercado del predio; sin embargo, en caso de requerirse se solicitará la autorización y visto bueno por parte de la CONANP. Conforme al plano de la página 171, se puede observar que el desplante del

proyecto permite la conexión de la vegetación natural con predios colindantes e incluso del mismo predio, por lo que se ajusta a lo que establece este criterio.

MAE	26	<i>En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hoja de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.</i>
------------	-----------	---

Análisis: No se contemplan obras o actividades en la zona de playa.

P	1	<i>No se permite la ganadería de Traspatio.</i>
P	2	<i>Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.</i>
P	3	<i>Solo se permite la ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado con una superficie máxima de ocupación del predio del 10 %, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, a través de su depositación en sitios autorizados o el uso de biodigestores.</i>
P	4	<i>No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.</i>

Análisis: El proyecto no contempla obras o actividades relacionadas con la actividad pecuaria.

TU	1	<i>La prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior de los predios de propiedad privada, requieren permiso de la SEMARNAT y en el caso de zonas arqueológicas, adicionalmente del INAH.</i>
TU	2	<i>La prestación de servicios recreativos al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos, en aguas nacionales, terrenos federales estará en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y requiere permiso expreso de la SEMARNAT.</i>
TU	3	<i>Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.5 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.</i>

TU	5	<i>El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.</i>
TU	6	<i>Los predios que desarrollen servicios comerciales o de playa, no podrán ejercer densidades de cuartos tipo hotelero mediante el uso de servidumbres voluntarias, ni instalar en el predio infraestructura habitacional, con la excepción de una casa habitación para la permanencia de personal asignado a la vigilancia.</i>
TU	7	<i>Sólo los predios con un frente de playa mayor de 150 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de servicios de playa o de campamento cuando, al establecer servidumbres voluntarias, estos resulten los predios dominantes donde se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región y en su totalidad en una UGA de Protección o Restauración.</i>
TU	8	<i>El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.</i>
TU	9	<i>Los predios que desarrollen servicios comerciales de cuartos tipo hotelero, no podrán instalar de forma adicional o separada servicios de playa o de campamento, o instalar infraestructura habitacional, con la excepción de las instalaciones necesarias para el servicio del personal.</i>
TU	10	<i>Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.</i>
TU	11	<i>Los predios con 600 m de frente de playa pueden instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en función de 0.5 ctos. /ha.</i>
TU	13	<i>Los predios con 600 m de playa podrán incrementar su densidad de cuartos tipo hotelero, mediante el uso de servidumbres voluntarias con predios de la misma región o mediante la fusión con predios vecinos</i>
TU	14	<i>Los predios de propiedad privada que cuenten con 600 m de frente de playa o más y cuenten con 10 has. o más se les asignará de forma adicional 0.2 cuartos tipo hotelero por hectárea a partir de la undécima.</i>
TU	15	<i>En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces mas su densidad original permitida. Se exceptuaran aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.</i>

TU	20	<i>El Municipio correspondiente y la CONANP a través de la Dirección de la Reserva, en el ámbito de sus respectivas competencias instalarán el registro y control de las servidumbres que con motivo del POET se lleven a cabo entre los particulares que voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán ad perpetum y de manera irrevocable. En el registro de servidumbres se especificarán los datos correspondientes a la inscripción del gravamen en los Registros Públicos de la Propiedad, así como las demás características, medidas y colindancias de los predios destinados para tal fin.</i>
TU	21	<i>Una vez establecida la servidumbre voluntaria, la autoridad Municipal otorgará la Licencia de Uso del Suelo resultante y definitiva, tanto al predio dominante como al predio sirviente, misma que será inscrita en el registro de servidumbres. Este trámite deberá ser realizado previo a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción</i>
TU	22	<i>Se permite la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo contemplativo, tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores, torres para observación de aves, etc.</i>
TU	23	<i>Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva.</i>
TU	26	<i>No se permite el uso de plataformas flotantes, uso de embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.</i>
TU	27	<i>El uso de áreas de campamento temporal de tipo recreativo o educativo fuera de las propiedades privadas, o en las UGA's a las que se asignó una política ecológica de protección, requerirán el permiso expedido por la Dirección de la Reserva, previo análisis de su viabilidad y condicionantes a las que habrán de sujetarse.</i>
TU	28	<i>Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.</i>
TU	29	<i>La utilización de cavernas y cenotes para uso recreativo, estará sujeto a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la diversidad biológica.</i>
TU	30	<i>El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en la y la distribución de los costos y beneficios asociados a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del valor inmobiliario deberá ser aprobado previamente por el Comité Técnico del POET de la Zona Costera de Sian Ka'an .</i>

Análisis: EL proyecto no pretende ofertar servicios recreativos o realizar actividades turísticas de hospedaje o comerciales, pues sólo consiste en la construcción y operación de una casa habitación de tipo veraniega.

TU	24	<i>Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles hasta 8 m de altura.</i>
-----------	-----------	---

Análisis: La casa habitación será de un nivel, sin rebasar los 4 metros de altura; en tanto que la palapa de tendrá una altura máxima de 8 metros, de un solo nivel, por lo que no se contraponen con lo que establece este criterio.

b) UGA M1

El predio en estudio se ubica parcialmente dentro de esta Unidad de Gestión Ambiental como se indicó anteriormente, sin embargo, no se ubica dentro del medio marino, sino dentro de la zona costera continental, por lo tanto, resulta improcedente que sea regulado por los lineamientos establecidos en la UAG M1, pues no se pretende realizar obras o actividades marinas, ni se pretende aprovechar el medio marino. Asimismo, resulta importante señalar que en el **Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an**, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, no se encuentran descritos los criterios aplicables a la UGA M1, por lo que no existe lineamiento que al respecto se deba cumplir o acatar.

En otro orden de ideas, tenemos que en la época en la que fue Decretado el programa de ordenamiento ecológico en comento (2002), es decir, hace 17 años aproximadamente, quizá se cometió un error cartográfico al delimitar las unidades

de gestión ambiental, pues actualmente la UGA M-1 cubre parte del continente, sin embargo, se trata de una UGA marina que regula actividades en el medio marino, no actividades u obras terrestres; es así, que la promovente se apega a lo que establece el **Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka’an**, pues al tratarse de una zona federal, el Estado y los Municipios no tienen competencia dentro de sus límites territoriales, y en ese sentido, el POEL en comento queda sin efectos al contra ponerse con dicho programa de manejo, pues este último si reconoce la porción de territorio que se ubica en el continente, como una zona costera, y no como un medio marino (a diferencia de la UGA M1), al grado de zonificarla como Subzona de aprovechamiento especial costera (SAEC), permitiendo en toda su extensión la construcción de vivienda rural, como la que se propone en este estudio. En ese sentido, y en orden jerárquico, prevalece lo establecido en el programa de manejo (al que se apega el proyecto como se demuestra más adelante), sobre lo establecido en este ordenamiento ecológico, que se puede considerar obsoleto en términos de límites geográficos.

3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

3.2.1. **DECRETO por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo**

Conforme al Decreto de esta área natural protegida de carácter federal, se determina que el terreno forestal en estudio, y por ende el proyecto, se ubican

dentro de los límites de su territorio, pero fuera de sus zonas núcleo, como se observa en el plano de la página siguiente.

Visto lo anterior, a continuación, se presenta un análisis del proyecto con respecto a lo establecido en el Decreto por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.

ARTICULO PRIMERO

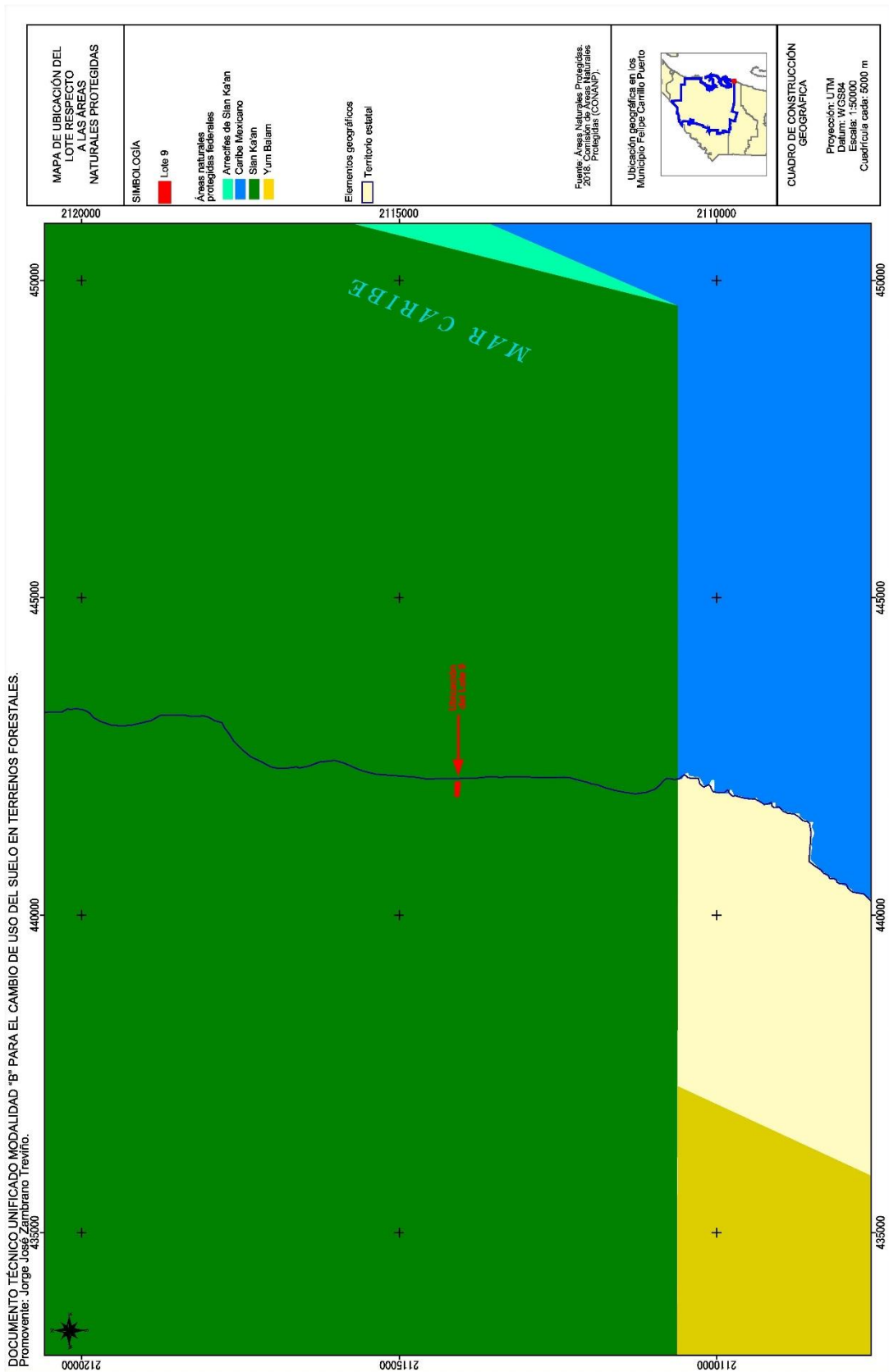
Por ser de orden e interés público se declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie de 528,147-66-80 hectáreas, ubicadas en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Estado de Quintana Roo, cuya descripción topográfica-analítica se especifica en el considerando penúltimo del presente Decreto. A esta área ecológica protegida se le identificará como "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".

Análisis: Como se mencionó anteriormente, el sitio del proyecto se ubica dentro de los límites de esta área natural protegida.

ARTICULO SEGUNDO

Dentro de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" se establecen tres zonas núcleo denominadas Muyil, Cayo Culebras y Uaimil con superficies de 33,418-50-00 Has., 6,105-00-00 Has. y 240,180-50-00 Has., respectivamente, cuyos límites quedan establecidos en el último considerando del presente Decreto.

Análisis: El sitio del proyecto se ubica fuera de los límites de las zonas núcleo de esta área natural protegida.



ARTICULO TERCERO

Dentro de la citada reserva, se establece una zona de amortiguamiento, con superficie de 248,443-66-80 hectáreas, para los fines que se precisan en este Decreto.

Análisis: El sitio del proyecto se ubica fuera de los límites de las zonas núcleo de esta área natural protegida.

ARTICULO CUARTO

Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología los terrenos nacionales comprendidos en la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an", no pudiendo dárseles otro destino que el especificado en este Decreto.

Para la consecución de los objetivos que establece el presente Decreto, se creará una Comisión Intersecretarial presidida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en la que participarán las Dependencias de la Administración Pública Federal que en razón de su competencia deban intervenir a fin de aplicar una política integral a la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an".

Análisis: El sitio del proyecto no corresponde a terrenos nacionales.

ARTICULO QUINTO

La administración, acondicionamiento, conservación, desarrollo y vigilancia de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an" queda a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Esta dependencia, con la participación que corresponda a las demás del ejecutivo Federal, propondrá la celebración de convenios y acuerdos de coordinación con los Gobiernos del Estado de Quintana Roo y de los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto y de concertación con los grupos sociales y con los particulares interesados, para la consecución de los fines de este Decreto.

En los referidos convenios se regularán todas aquellas materias que se estimen necesarias, convenientes o consecuentes con este Decreto, entre otras las que a continuación se puntualizan:

- 1.- La forma en que el Gobierno del Estado de Quintana Roo y de los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto participarán en la Administración de la Reserva;*
- 2.- Congruencia de las políticas y los programas federales de ecología con los de los Estados y Municipios;*
- 3.- La aplicación de recursos financieros para la administración de la reserva;*
- 4.- Elaboración de un Programa Integral de Desarrollo para la "Reserva de la Biósfera Sian Ka 'An" y compromisos para su ejecución, y*
- 5.- Propiciar un desarrollo agropecuario y turístico nacional en la zona de amortiguamiento.*

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO SEXTO

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología elaborará conjuntamente con el Gobierno del Estado de Quintana Roo y de los Municipios de Cozumel y Carrillo Puerto un Programa Integral de Desarrollo para la "Reserva de la Biósfera de Sian Ka 'An" que deberá contener, por lo menos lo siguiente.

- I. La descripción y análisis de las características físicas, sociales, biológicas y culturales de la Reserva, en su contexto nacional, regional y local;*
- II. Las acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo, estableciendo la debida congruencia en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática y comprendiendo la investigación, uso de recursos, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control;*
- III. Los objetivos específicos de la "Reserva de la Biosfera, Sian Ka 'An", a partir de la descripción y análisis de sus características; y*

IV. Las normas técnicas para el aprovechamiento de la flora y fauna, las cortas sanitarias, culturales y domésticas, así como aquellas destinadas a evitar la contaminación de los suelos y aguas.

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO SEPTIMO

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología no autorizará ni permitirá la ejecución de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka 'An".

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO OCTAVO

Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Análisis: Se solicita la autorización a esta Secretaría, para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

ARTICULO NOVENO

Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal que por su competencia realicen acciones o ejerzan inversiones en el área de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an", lo harán en congruencia con los fines y propósitos de este Decreto y se abstendrán de realizar actos contrarios a su contenido. Por tanto, la Secretaría de Programación y Presupuesto no autorizará partida presupuestal alguna destinada a programas o actividades que contravengan el presente Decreto. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología verificará el cumplimiento de esta disposición.

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO DECIMO

Se declara veda total e indefinida de aprovechamiento forestal en las zonas núcleo a las que se refiere este Decreto, por lo que queda estrictamente prohibido en todo tiempo coleccionar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de los límites de dichas zonas.

Análisis: El proyecto no pretende realizar aprovechamientos forestales en las zonas núcleo de esta área natural protegida.

ARTICULO DECIMOPRIMERO

Se declara veda total e indefinida de caza y captura de fauna silvestre en las zonas núcleo de la "Reserva de la Biósfera Sian Ka'an", por lo que queda estrictamente prohibido en todo tiempo cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las referidas zonas núcleo.

Análisis: El proyecto no pretende realizar actividades de caza o captura de fauna silvestre en las zonas núcleo de esta área natural protegida.

ARTICULO DECIMOSEGUNDO

Se declara veda total e indefinida de la caza y captura de las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero, en toda el área que comprende la "Reserva de la Biosfera Sian Ka'an".

Análisis: El proyecto no pretende realizar actividades de caza o captura de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero; muy al contrario, pretende llevar a cabo un rescate y reubicación de fauna silvestre, previo al cambio de uso del suelo solicitado.

ARTICULO DECIMOTERCERO

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología promoverá lo conducente para que se establezca, en los términos de las leyes relativas, las vedas de aprovechamiento forestal que sean necesarias en la zona de amortiguamiento.

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO DECIMOCUARTO

El aprovechamiento de la flora y fauna silvestre dentro de la zona de amortiguamiento deberá realizarse por los habitantes de la reserva en forma racional, atendiendo a las restricciones ecológicas que al efecto emitan las autoridades competentes, sin perjuicio de lo que establezca el Calendario Cinegético.

Análisis: El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento de flora o fauna silvestre; muy al contrario, pretende llevar a cabo un rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, previo al cambio de uso del suelo solicitado.

ARTICULO DECIMOQUINTO

La Secretaría de Pesca, en coordinación con la de Desarrollo Urbano y Ecología, realizará los estudios necesarios para determinar las épocas y zonas de veda para la pesca dentro de las porciones acuáticas comprendidas dentro de la "Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an".

Análisis: Corresponde a las autoridades competentes el cumplimiento de este artículo.

ARTICULO DECIMOSEXTO

Los ejidos y comunidades establecidos en la superficie que comprende la "Reserva de la Biosfera "Sian Ka'An estarán obligados a la conservación y cuidado del área conforme las disposiciones que al efecto emita la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 154 de la Ley Federal de Reforma Agraria.

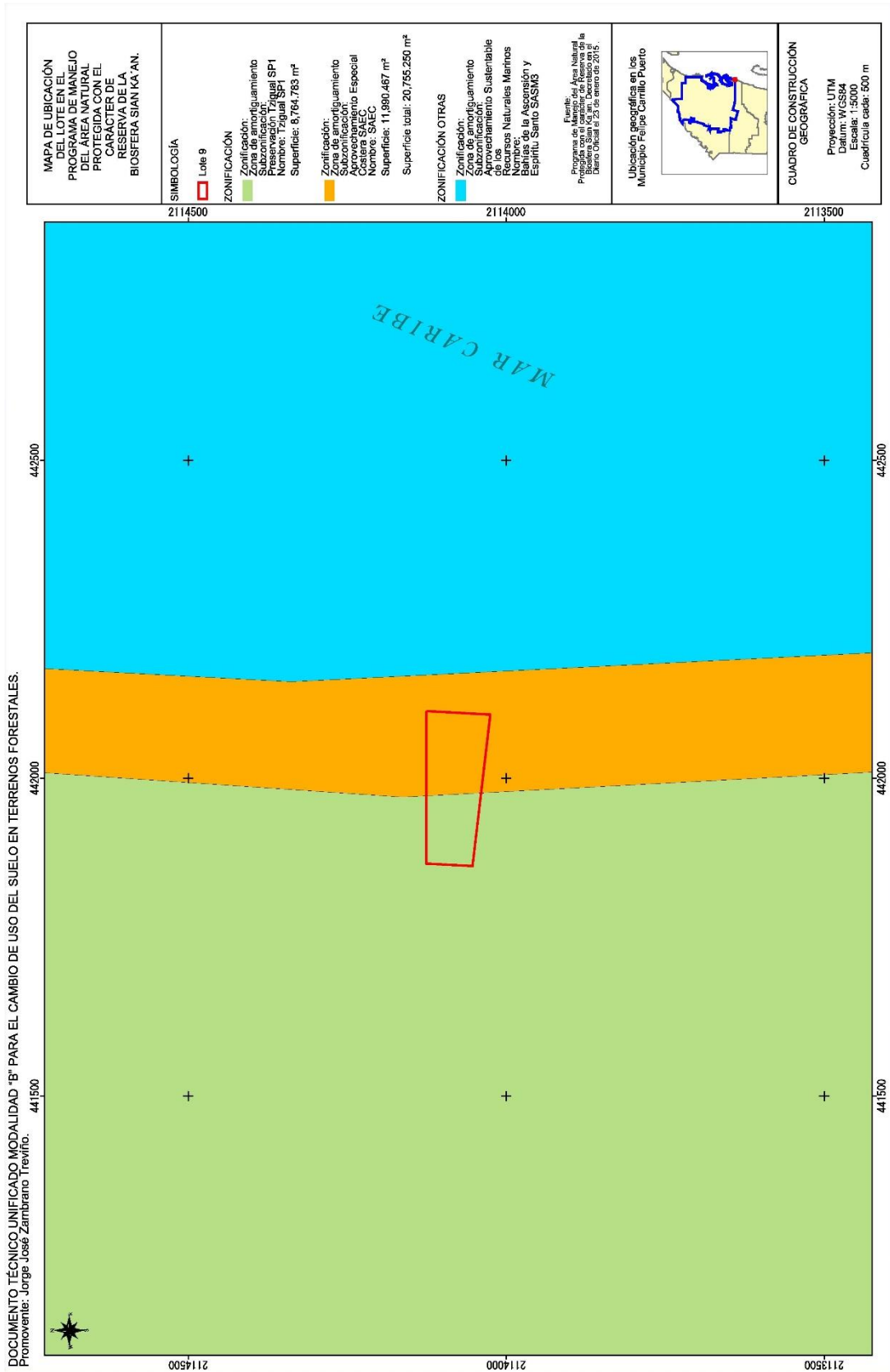
Análisis: El predio no pertenece a una zona ejidal ni a comunidades asentadas dentro de esta área natural protegida.

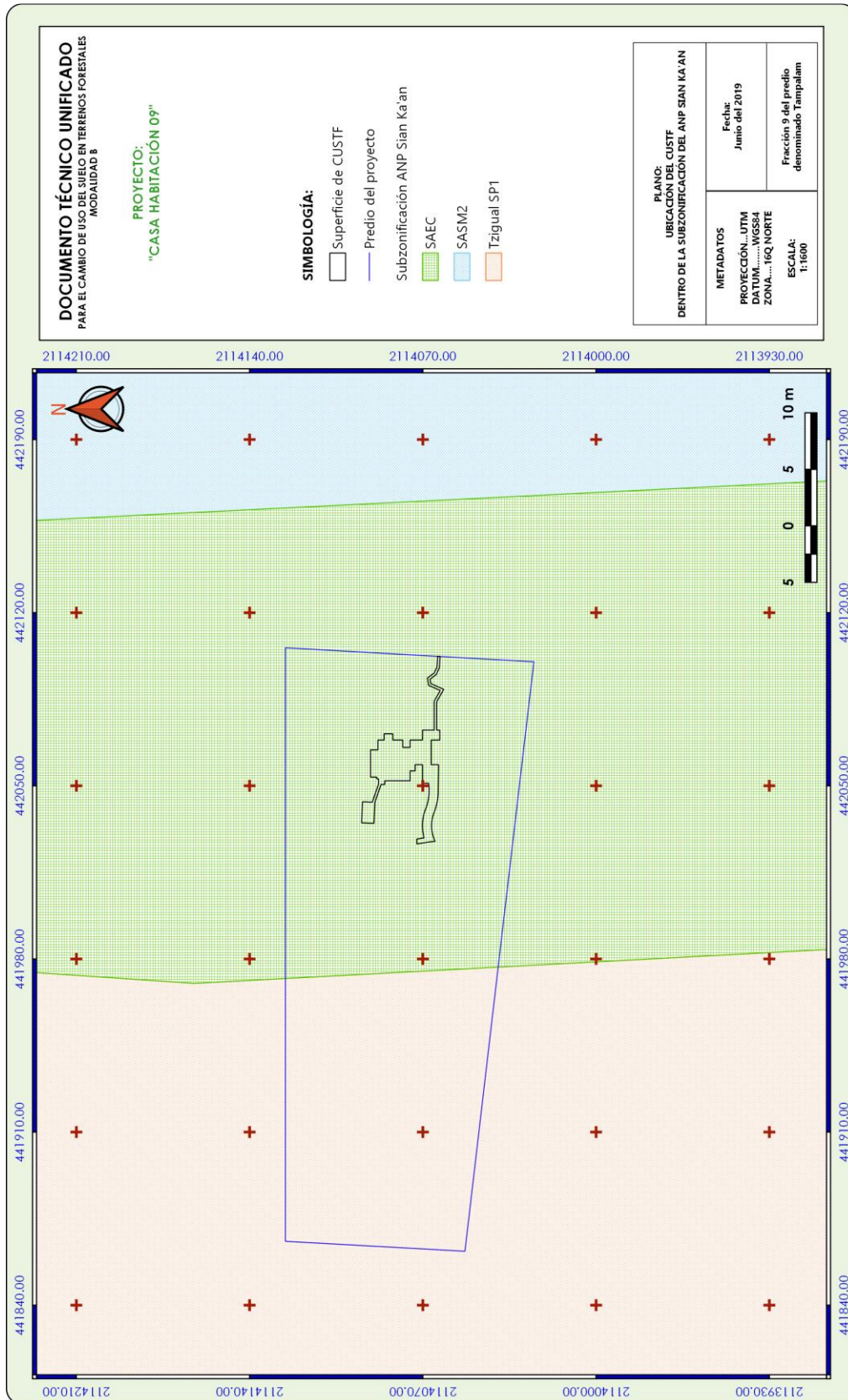
3.2.2. ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka’an.

Conforme al ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka’an, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero del 2015 (en lo sucesivo **el Acuerdo**), se determina que el predio del proyecto se ubica parcialmente dentro de la zona denominada Tzigual (SP1), y parcialmente dentro de la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), específicamente dentro del polígono 14 de 224.228 hectáreas, como se observa en el plano de la página siguiente; sin embargo, la superficie de CUSTF sólo se ubica dentro de la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), como se observa en el plano de la página 212.

En la subzona SAEC se permite la “vivienda rural” **y sus equivalentes** de bajo impacto ambiental, definidas como infraestructura sin fines comerciales, destinada a albergar a una familia de manera permanente o temporal con un máximo de una cocina (espacio físico de una casa habitación destinado al almacenaje, preparación y consumo de alimentos para los residentes de la misma) y un número variable de habitaciones y baños, de conformidad con la superficie total del predio; por lo que el proyecto propuesto es factible de realizarse conforme al siguiente análisis.

Continúa en la página 213.





Los lineamientos que rigen la Subzona de aprovechamiento especial costera (SAEC), son los que se enlistan en el siguiente cuadro.

SUBZONA DE APROVECHAMIENTO ESPECIAL COSTERA (SAEC)	
ACTIVIDADES PERMITIDAS	ACTIVIDADES NO PERMITIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Acuicultura¹ 2. Apertura de senderos, brechas o caminos 3. Colecta científica² 4. Colecta científica³ 5. Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva⁴ 6. Construir infraestructura temporal en las playas arenosas⁵ 7. Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar⁶ 8. Construcción, instalación y operación de establecimiento de servicios recreativos y de hospedaje 9. Construcción, instalación y operación de vivienda rural 10. Desembarco 11. Educación ambiental 12. Establecimiento de UMA 13. Filmaciones, fotografías, captura de imágenes y sonidos 14. Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación, de aves 15. Investigación científica y monitoreo ambiental 16. Turismo de bajo impacto ambiental⁷ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 3. Apertura de bancos de material 4. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica 5. Agricultura 6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje⁸ 7. Hacer marcas permanentes en árboles o plantas 8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, transplantar, podar, o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras⁹ 10. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras 11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica 12. Pesca en cenotes 13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua 14. Utilizar artes de pesca no selectivas¹⁰ 15. Utilizar vehículos todo terreno tipo jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 km/h. 16. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el partaguas de la duna, ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados 17. No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes 18. Remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados 19. Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua

Tomado del Acuerdo.

Como se puede observar en el listado de “Actividades permitidas”, la construcción, instalación y operación de vivienda rural, es factible de realizarse dentro del predio

del proyecto, por lo que se procede a realizar un análisis de las reglas administrativas del programa de manejo de referencia, que, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, resultan vinculantes al mismo, de tal modo que se debe acatar su estricto cumplimiento.

Las **Reglas 1, 2, 3, 5 y 6 de la Sección I. Disposiciones preliminares**, se consideran de observancia, dado que no establecen restricciones que se deban cumplir.

Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva deberán cumplir con las presentes reglas administrativas y tendrán las siguientes obligaciones:

I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;

II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer la Reserva;

III. Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la subzonificación de la Reserva;

IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma;

V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.

Análisis: conforme a lo requerido en esta regla, se pagarán las cuotas que se tengan establecidas para el uso del área natural protegida; asimismo, sólo se usará el camino costero antiguo que atraviesa la zona, sin atravesar áreas con vegetación

natural; y en su caso, se colaborará de forma activa con personal de la Reserva, en cuando así se requiera.

Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo jeep sólo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo con intervalos de diez minutos entre cada grupo. Asimismo durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 km/h.

Análisis: se acatará lo establecido en esta Regla de tal modo que los vehículos que se utilicen para el proyecto, no rebasarán grupos de 5. Se vigilará que la velocidad máxima de circulación sea de 40 km/h o inferior.

Regla 8. Todos los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.

Análisis: se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos que se generen en las distintas etapas de desarrollo del proyecto; y posteriormente serán retirados del sitio por cuenta del promovente, para disponerlos finalmente donde las autoridades competentes lo determinen, previa gestión y permisos correspondientes.

Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva que requieran autorización está obligada a presentarla cuantas veces le sea requerida en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.

Análisis: en caso de que la PROFEPA requiera los permisos o autorizaciones que avalen el desarrollo del proyecto, se acatará lo establecido en esta regla.

Regla 10. *En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la administración pública federal competentes, así como en situaciones de emergencia y/o contingencia ambiental.*

Análisis: el proyecto no contempla realizar actividades turístico recreativas, ni el uso de cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky o wave runners.

Regla 11. *En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.*

Análisis: siempre y cuando se cuente con la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se solicita a través del presente estudio, se intervendrá el área de aprovechamiento para el rescate de fauna silvestre, incluyendo aves y reptiles; hasta en tanto, el predio permanecerá en sus condiciones originales de flora y fauna silvestre.

Regla 12. *En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.*

Análisis: quedará estrictamente prohibido encender fogatas durante el desarrollo del proyecto. Todo residuo derivado de la obra se manejará de acuerdo con el plan

de manejo de residuos propuesto, y nunca serán dispuestos sobre la vegetación nativa del sitio.

Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.

Análisis: quedará estrictamente prohibido el vertido o descarga de contaminantes en el suelo o subsuelo durante el desarrollo del proyecto. Todo residuo o sustancia que derive de la obra, se manejará de acuerdo con el plan de manejo de residuos propuesto, y nunca serán dispuestos sobre la vegetación nativa del sitio, el suelo o el área marina. Al interior del sitio de aprovechamiento no se registraron vasos, acuíferos aflorados ni causes de agua.

Regla 14. En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.

Análisis: no se pretende modificar la estructura del camino costero que existe en la zona; en el caso del camino de acceso propuesto para el proyecto, éste se desplantará sobre el nivel natural del terreno, sin algún tipo de recubrimiento, como fue descrito en el capítulo 2 de este estudio.

Regla 15. En la Reserva queda prohibido el uso de bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.

Análisis: se acatará lo establecido en esta regla, de tal modo que el uso de bronceadores o bloqueadores se restringirá a aquellos de tipo biodegradable.

Regla 16. Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.

Análisis: en caso de que se requieran aparatos de sonido, se restringirá su uso al interior de la casa habitación y con volumen moderado, con el objeto de confinar el radio de influencia de las emisiones sonoras.

Regla 17. Queda prohibido utilizar dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañe a los organismos de la flora y fauna silvestre, terrestre o acuática, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.

Análisis: siempre y cuando se autorice, se llevará a cabo el rescate de fauna silvestre, conforme a las técnicas propuestas en el programa de rescate anexo, y de manera previa a la realización del cambio de uso del suelo. Dicho programa no contempla el uso de dardos ni compuestos químicos.

Regla 18. Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización.

Análisis: siempre y cuando se autorice, se llevará a cabo el rescate de fauna silvestre, conforme a las técnicas propuestas en el programa de rescate anexo, y de manera previa a la realización del cambio de uso del suelo.

Regla 19. La edificación en predios particulares de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe, que no tengan frente a éste o con menos de media hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 75 m² de superficie construida.

Regla 20. *La edificación en predios particulares con un frente de playa de 50 m o mayor de media hectárea sólo se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida.*

Regla 21. *La edificación en predios particulares con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida.*

Regla 23. *La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 m o más y entre una a dos hectáreas podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m² de superficie construida.*

Regla 24. *La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con más de 2 hectáreas, sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m² de superficie construida.*

Análisis: el proyecto se apega a lo establecido en la regla 24, dado que contempla la construcción de una casa habitación (edificación) de 399.902 m² de construcción, puesto que el terreno forestal en estudio posee una superficie de 2.075 hectáreas y un frente de playa de 100.57 metros, tal como fue descrito en el capítulo 2 de este estudio.

Regla 25. *Las edificaciones no excederán los dos niveles y los 8 metros de altura.*

Análisis: el proyecto se apega a lo establecido en esta regla, dado que contempla la construcción de una casa habitación de un nivel, que se complementa con una palapa cuya altura será de 8 metros.

Regla 26. *En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera se podrá construir infraestructura turística o de vivienda rural, la cual solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.*

Análisis: el proyecto se apega a lo establecido en esta regla, dado que contempla la construcción de una casa habitación en el tercio medio del predio, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, como se observa en el plano de la página 196.

Regla 27. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) sólo se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 metros.

Análisis: en ambos sentidos del camino de acceso propuesto para el proyecto, no se tiene registro de otros caminos de acceso en predios de propiedad privada, o que se ubiquen en un radio menor a 100 metros con respecto al camino propuesto, el más cercano se ubica a 220 metros del lindero Norte del predio, como se muestra en la **Figura 26** (tomado de Google Earth).

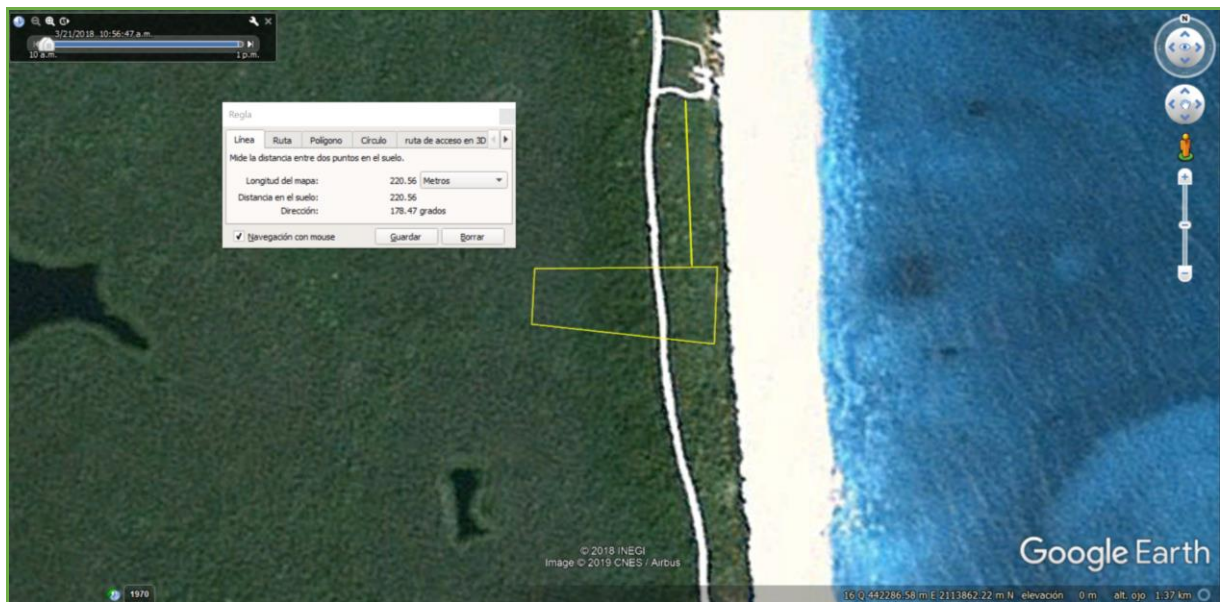


Figura 26. Ubicación del camino de acceso a la playa más cercano al predio. Fuente: Google Earth.

Regla 28. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se prohíbe contar con más de un pozo por predio con vivienda unifamiliar.

Análisis: el proyecto pretende aprovechar un pozo para la obtención de agua potable (sólo uno), sin embargo, para esta etapa del proyecto sólo se solicita la autorización para remover la vegetación en la zona donde se pretende construir; es decir, las etapas constructiva y operativa del pozo, no forman parte de la presente solicitud, dado que consiste en una obra que es competencia de la CONAGUA, de acuerdo con sus atribuciones en la materia.

Las **reglas administrativas 29, 30 y 31** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende instalar u ofrecer servicios públicos de playa, de campamento, comerciales, de hospedaje u otros complementarios para la recreación y turismo.

Regla 32. En las subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP), no se podrá subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de esta división, no cuente con un mínimo de 100 metros de frente al Mar Caribe, para evitar la fragmentación del hábitat.

Análisis: el proyecto no contempla la subdivisión del predio donde se pretende desarrollar.

Regla 33. En las subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP):

a) No se podrá construir viviendas e infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.

Análisis: Se tiene identificada la zona donde se distribuye la duna costera, que inicia en el límite con el litoral con una duna embrionaria o pionera, y se interna tierra adentro, hasta la zona de matorral costero, la cual constituye el parte aguas de dicho ecosistema. Esta zonificación de la vegetación y usos de suelo, es consistente con lo señalado en el programa de manejo que se analiza, ya que para la subzona SAEC, se cita la existencia de cinco grandes grupos de comunidades vegetales que van desde las comunidades herbáceas de la zona de playas y dunas embrionarias, comunidades arbustivas en el frente de las dunas, comunidades herbáceas en la zona intermedia de dunas, matorrales no espinosos con palmas y hasta zonas inundables con manglar y vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, en donde destacan por su extensión e importancia ambiental los manglares.

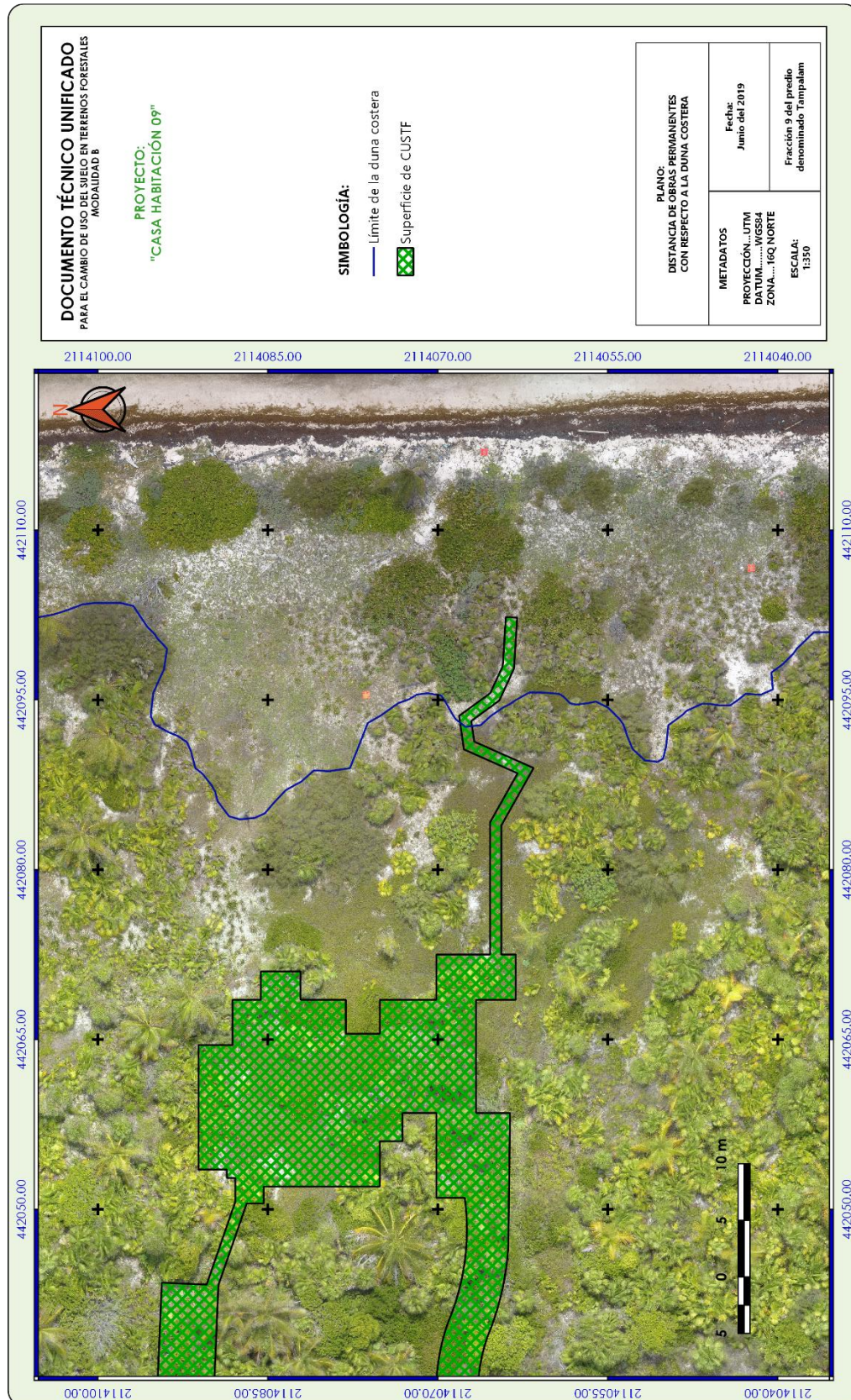
Considerando lo anterior, se presenta un plano en la página siguiente, donde se muestra la distribución de las dunas costeras identificadas en la zona de estudio, a fin de demostrar que el proyecto no será desplantado entre el litoral y el parte aguas de dicho ecosistema.

b) No se podrán realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas.

Análisis: La zona donde serán desplantadas las obras, no cuenta con accesos a la playa, por lo que no existe la posibilidad de obstruir espacios de esa naturaleza.

c) No se podrá remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de andadores elevados o la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa.

Análisis: Conforme al plano de la página siguiente, se determina que la duna costera será conservada en estado natural, afectando vegetación exclusiva de matorral costero.



d) No se podrá usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.

Análisis: no se pretende la construcción de plataformas flotantes.

e) La superficie de los predios libre de construcción, será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio.

Análisis: no se pretende llevar a cabo construcciones dentro de las áreas ubicadas fuera de la superficie de CUSTF, es decir, se destinarán exclusivamente a la conservación de sus condiciones naturales.

f) Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.

Análisis: se anexa al capítulo 8 de este estudio, el plan de manejo de residuos que será ejecutado en las distintas etapas del proyecto.

g) Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje, servicios y en general cualquier edificación que genere aguas residuales, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Análisis: en el capítulo 2 de este estudio, se describe el sistema de tratamiento de aguas residuales que se propone para el proyecto.

h) Las aguas residuales deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y deberá cumplir con NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites

máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

Análisis: el proyecto no contempla la descarga del efluente final del sistema de tratamiento de aguas residuales, en aguas o bienes nacionales, por lo que no resulta aplicable la NOM-001-SEMARNAT-1996. El efluente final será utilizado para riego, previa desinfección mediante tratamiento terciario.

i) Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 g/m³ de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva.

Análisis: De acuerdo con (Limón J., 2013)¹³, durante un proceso de sedimentación primaria con adición de cal (como un biodigestor), se generarían de 240 a 400 kg/1000 m³, lo que equivale a 240 a 400 gr/m³; lo cual se reduce de 60 a 100 kg/1000 m³ con tratamiento a través de filtro biológico (como un humedal), como se indica en el siguiente cuadro.

Proceso	Gravedad específica sólidos	Gravedad específica lodo	Producción de sólidos secos, kg/1000 m ³
Sedimentación primaria	1.4	1.02	110-170
Lodos activados (purga)	1.25	1.005	70-100
Filtro biológico (purga)	1.45	1.025	60-100
Aireación extendida (purga)	1.30	1.015	80-120
Laguna aireada (purga)	1.30	1.01	80-120
Filtración	1.20	1.005	12-24
Remoción algal	1.20	1.005	12-24
Sedimentación primaria con adición de cal (350-500 mg/l)	1.9	1.04	240-400

Tomado de Limón J., 2013.

¹³ Juan Gualberto Limón Macías. 2013. Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso?

Considerando esos datos, se determina que el biodigestor, a su máxima capacidad de tratamiento primario que sería de 3 m³ (3 mil litros), generaría de 720 gr a 1200 gr de sólidos; lo que se reduciría de 180 a 300 gr con el tratamiento secundario por filtro biológico por 3 m³ de agua tratada, es decir, que podría estar dentro del límite permitido aun con ese evento extraordinario; de allá la selección de un biodigestor de esas dimensiones; sin embargo, esas cifras corresponden a un evento con posibilidad nula de ocurrencia en el proyecto, pues resulta imposible que 7 personas habitando la casa por períodos cortos de tiempo, demanden el 100% de capacidad del biodigestor.

Al tratarse de una casa veraniega que demandará como máximo el 35% de capacidad del biodigestor y del humedal (1.05 m³ de agua tratada), anualmente, es decir, en un escenario de máxima ocupación, se estarían generando de 144 a 200 gramos por 1.05 m³ de agua tratada, que se reduciría de 63 a 105 gramos por 1.05 m³ de agua residual tratada por filtro biológico, es decir, por el humedal artificial, de tal modo que no se rebasa el límite permitido que es de 180 gr/m³. Se reitera que este cálculo es considerando escenarios de máxima ocupación, sin embargo, la mayor parte del año la casa sólo estará ocupada por el velador (período de mínima ocupación), quien demandaría el 10% de capacidad del biodigestor, anualmente, que equivale a 0.30 m³ de agua tratada, generando de 18 a 30 gr de sólidos hasta el tratamiento secundario con filtro biológico, muy por debajo de lo permitido; por lo que se asume que el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para el proyecto, se ajusta a lo que establece este criterio.

j) En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, ésta deberá estar articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Análisis: dado que se pretende utilizar el efluente final del sistema de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes, entonces resulta indispensable articular el sistema de riego a dicho sistema, acatando lo señalado en esta regla.

k) No se deberán depositar residuos en cualquier cuerpo de agua natural.

Análisis: los residuos serán acopiados de acuerdo con el plan de manejo de residuos que se pretende implementar durante las distintas etapas del proyecto, pero nunca en cuerpos de agua natural.

l) Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, con el fin de evitar su contaminación.

Análisis: El proyecto queda exceptuado de la aplicación de este criterio, dado que se ubica en la zona Sur de la reserva, por lo que está fuera de los límites comprendidos entre la entrada de la reserva hasta el inicio de la laguna Xamach, y entre la laguna Xamach hasta Punta Allen.

m) Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m.

Análisis: Se propone dejar un sendero en el lindero Norte del predio con una amplitud máxima de 3 metros, con el objeto de funcionar como acceso a la playa; lo que implica remover la vegetación arbórea y arbustiva en esa zona, dado que actualmente presenta cobertura vegetal; pero que no está considerada dentro de

la superficie total de CUSTF; además que ello implicaría afectar áreas fuera del tercio medio del predio, por lo que queda a consideración de esta Secretaría, su autorización.

n) No se podrán instalar ni construir pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.

Análisis: el proyecto no contempla la construcción de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso

Las **reglas administrativas 34, 35, 36 y 40** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende realizar obras o actividades que requieran de autorización por parte de la CONANP.

Regla 37. Se requerirá de autorización por parte de la SEMARNAT a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:

- I. Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades;***
- II. Colecta de recursos biológicos forestales, en todas sus modalidades;***
- III. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre;***
- IV. Aprovechamiento para fines de subsistencia;***
- V. Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental, en todas sus modalidades;***
- VI. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, y VII. Registro de Unidades de Manejo para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA).***

Análisis: a través del presente estudio, se solicita la autorización de la SEMARNAT para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

Regla 38. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades:

I. Aprovechamiento de aguas superficiales, y

II. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.

Análisis: para la construcción y operación del pozo, se solicitará la concesión correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua.

Regla 39. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso aprovechamiento o explotación de una superficie de playa y/o zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marinas.

Análisis: el proyecto no contempla el aprovechamiento de la playa y/o zona federal marítimo terrestre y/o terrenos ganados al mar o depósitos de aguas marinas.

Las **reglas administrativas 41, 42, 43 y 44** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende realizar obras o actividades turísticas, ni la prestación de servicios turísticos, pues sólo consiste en la construcción y operación de una casa veraniega.

Regla 45. Los visitantes deberán observar las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva:

I. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva;

II. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, coleccionar o apropiarse de vida silvestre y sus productos,

apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural);

III. Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP, conforme a la subzonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe;

IV. Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y

V. El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento.

Análisis: los usuarios de la vivienda se comprometerán a dar cabal cumplimiento a lo establecido en esta regla administrativa. Dentro del complejo se instalará un cartelón a manera de reglamento, en el que se listarán todas estas indicaciones para completo conocimiento y consecuente cumplimiento por parte de sus habitantes.

Regla 46. Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.

Análisis: como se mencionó anteriormente, se vigilará que los vehículos usados en el proyecto respeten el límite de velocidad permitido.

Regla 46. Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.

Las **reglas administrativas 47 a la 55** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende realizar obras o actividades de investigación científica.

Las **reglas administrativas 56 a la 63** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende realizar obras o actividades que requieran el uso de embarcaciones.

Las **reglas administrativas 64 a la 72** se consideran de observancia, dado que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de leña, la reforestación con variedades de coco (*Cocos nucífera*), ni la construcción de muelles o actividades relacionadas con la pesca.

Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado, deberá cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMARNAT-1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos.

Análisis: la NOM-001-SEMARNAT-1996 no resulta aplicable al proyecto, dado que el efluente final del sistema de tratamiento de aguas residuales, será utilizado para riego. El proyecto no contempla la construcción u operación de un sistema de alcantarillado sanitario, dado que no existe en la zona dicho servicio.

Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las zonas de amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la NOM-003-

CNA-1996, requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Análisis: el proyecto se ubica fuera de las áreas de amortiguamiento de la reserva.

Las **reglas administrativas 75 a la 77** se consideran de observancia, dado que el proyecto no se pretende realizar en las subzonas SUP1, SUP2, SASM3 y SUR2.

Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general, requieren previo a su realización de la autorización en materia de impacto ambiental a que hace referencia el artículo 28, fracciones I y XI de la LGEEPA, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Análisis: a través del presente estudio se solicita la autorización de esta Secretaría, para la apertura del sendero para acceso a la playa y el camino de acceso de la vivienda.

Se da observancia a las **reglas administrativas 79 y 80** a fin de ubicar de manera correcta el predio del proyecto y la superficie de aprovechamiento proyectada.

Regla 81. Dentro de la Reserva, queda expresamente prohibido:

I. Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo.

II. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las zonas núcleo.

III. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las zonas núcleo.

IV. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero.

Análisis: se acatará lo establecido en esta regla administrativa durante el desarrollo del proyecto. Sólo si esta Secretaría lo autoriza, se ejecutarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna nativa, previo a la realización del cambio de uso del suelo propuesto.

Se da observancia a las **reglas administrativas 82, 83 y 84** respecto de las acciones de inspección y vigilancia que lleven a cabo las autoridades competentes, así como de las posibles sanciones en caso de incumplimiento del programa de manejo que se analiza.

3.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

3.3.1. 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.

De acuerdo con esta Norma Oficial Mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, se determina que al interior del predio del proyecto se distribuye una especie de flora y una especie de fauna, listadas en la categoría de amenazada y protección especial, respectivamente, es decir, aquella que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones (amenazada); y que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la

recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (sujeta a protección especial); a saber: *Thrinax radiata* (chit) y *Sceloporus cozumelae* (lagartija espinosa de Cozumel).

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

Esta Norma Oficial Mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003, es vinculante con el proyecto de manera indirecta, dado que este no será desplantado sobre humedales costeros con vegetación de manglar, pero si a una distancia de 5 metros con respecto al ecosistema de manglar ubicado al Oeste del predio, delimitado por el camino costero. Por consiguiente, a continuación, se analizan las especificaciones contenidas en dicha Norma, en relación con las obras y actividades contempladas para el proyecto.

4.0

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...

ANÁLISIS: De acuerdo con el estudio ambiental realizado en el sitio del proyecto, se pudo determinar que no existen comunidades de manglar al interior de la superficie de cambio de uso del suelo propuesta.

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.

ANÁLISIS: No se pretende realizar ningún tipo de obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de humedales costeros; pues estas condiciones ambientales no se encuentran presentes dentro de la superficie de aprovechamiento proyectada.

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.

ANÁLISIS: No se pretende realizar la construcción de canales, por lo que esta especificación se considera de observancia.

4.3

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

ANÁLISIS: No se pretende realizar la construcción de canales, por lo que esta especificación se considera de observancia.

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.

ANÁLISIS: El cambio de uso del suelo propuesto no implica la construcción de infraestructura marina fija.

4.5

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

ANÁLISIS: No se pretende construir bordos colindantes con zonas de manglar, por lo que esta especificación se considera de observancia.

4.6

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

ANÁLISIS: No se realizará ninguna acción en zonas de humedales, por lo que no existe riesgo de que el cambio de uso del suelo propuesto obstruya los drenajes y escorrentías naturales y/o que pudieran ocasionar asolvamiento en zonas de manglar; así como tampoco se llevarán a cabo obras o actividades fuera del área de aprovechamiento que sea la estrictamente autorizada por las autoridades competentes, y que se realizará sobre vegetación de Matorral costero. Se ejecutarán medidas para evitar o prevenir la contaminación del medio (plan de manejo de residuos, contenedores para residuos, pláticas ambientales, etc.), mismas que se describen en el capítulo 8 del presente estudio.

4.7

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

ANÁLISIS: En ningún momento el proyecto empleará agua que provenga de las cuencas que alimentan humedales. El proyecto no requiere el uso de estos recursos naturales.

4.8

Se deberá prevenir 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.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla el uso de cuerpos de agua; las aguas residuales que se generarán, serán conducidas a un sistema de tratamiento de aguas residuales y el efluente final será utilizado para riego. En las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales serán generadas en los sanitarios para trabajadores, que se dispondrán temporalmente en un biodigestor y cuyo manejo y disposición final correrá por cuenta de la empresa arrendadora.

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.*

ANÁLISIS: Las actividades del proyecto no contemplan el vertimiento de aguas residuales a las unidades hidrológicas existentes en la zona.

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.*

ANÁLISIS: El proyecto contempla el aprovechamiento de un pozo para la obtención de agua; sin embargo, su construcción y operación está condicionada a obtener los permisos y concesiones que al respecto emiten las autoridades competentes, para esta etapa del proyecto sólo se solicita la remoción de la vegetación y el despalme del sitio donde se construirá (a futuro) ese pozo; y que forma parte de la superficie total que ocupará la vivienda.

4.11 *Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tomar 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.*

ANÁLISIS: No se contempla la introducción de ningún ejemplar o población de flora o fauna silvestre.

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.

ANÁLISIS: En la zona de aprovechamiento proyectada no existen zonas estuarinas, ni zonas donde el agua dulce se mezcle con agua salada; así como tampoco existen zonas con aporte de agua proveniente de mareas. No se registraron zonas inundables en el Matorral costero que será afectado con el cambio de uso del suelo propuesto.

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

ANÁLISIS: El proyecto no prevé realizar el trazo de vías de comunicación, considerando que una vía de comunicación se define como una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no prevé realizar el trazo de vías de comunicación, considerando que una vía de comunicación se define como una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

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.

ANÁLISIS: Las líneas de tendido eléctrico se proyectan dentro de una zona que carece en su totalidad de vegetación de manglar; y atravesarán la zona de aprovechamiento, hasta la alimentación principal, a través de ductos que estarán ubicados en forma subterránea sin atravesar zonas de manglar. No se requiere el uso de postes o torres para las instalaciones del servicio, pues todo se realizará a través de paneles solares.

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.

ANÁLISIS: El área de desplante del proyecto no cumple con la distancia de 100 m con respecto a la vegetación de manglar existente en la zona de influencia; no obstante, el proyecto se apeg a lo que marca el numeral 4.43 de la presente norma.

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.

ANÁLISIS: El material que será utilizado para la construcción del proyecto será obtenido de establecimientos que cuenten con las autorizaciones correspondientes; lo que, en su caso, será comprobado con las facturas que al respecto se emitan.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no implica el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, pues las obras estarán ubicadas dentro de una zona con vegetación de Matorral costero.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no prevé actividades de dragado.

4.20

Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

ANÁLISIS: El proyecto no dispondrá sus residuos en humedales costeros; estos serán trasladados al sitio de disposición final que determinen las autoridades

competentes; y serán almacenados temporalmente dentro de las áreas de aprovechamiento.

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.

ANÁLISIS: No se prevé la creación de granjas camaronícolas en ninguna etapa del proyecto.

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.

ANÁLISIS: No se prevé la creación de infraestructura acuícola en ninguna etapa del proyecto.

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.

ANÁLISIS: No se prevén obras o actividades tendientes a la creación de canales.

4.24

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

ANÁLISIS: El proyecto no constituye una actividad de producción acuícola.

4.25

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

ANÁLISIS: El proyecto no constituye una actividad de producción acuícola.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla la construcción de canales de llamadas que extraigan agua de alguna unidad hidrológica.

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.

ANÁLISIS: No se prevé la creación de salinas ni actividades tendientes a la extracción o producción de sal.

4.28

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

ANÁLISIS: El proyecto no será desplantado dentro de zonas con presencia de humedales.

4.29

Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo 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.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla realizar actividades de turismo náutico en humedales costeros.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla realizar actividades que requieran motores fuera de borda.

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.

ANÁLISIS: No se prevén actividades de turismo educativo, ecoturismo, senderismo y/u observación de aves en zonas de manglar.

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.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla la construcción de caminos de acceso a la playa que atraviesen humedales costeros.

4.33 *La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad...*

ANÁLISIS: No se crearán canales en ninguna etapa o zona del proyecto.

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.*

ANÁLISIS: No se contempla realizar obras o actividades dentro de humedales costeros o marismas.

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.*

ANÁLISIS: De acuerdo con el estudio ambiental realizado al interior del sitio del proyecto, se identificaron comunidades de manglar que requieren ser conservadas, por lo que quedaron excluidas de la superficie de CUSTF.

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.*

ANÁLISIS: Las áreas de manglar reportadas en el predio del proyecto, se conservarán en forma íntegra, por lo que no están sujetas a su aprovechamiento.

4.37

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

ANÁLISIS: Las áreas de manglar reportadas en el predio del proyecto, se conservarán en forma íntegra, por lo que no están sujetas a su aprovechamiento.

4.38

Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla llevar a cabo actividades de restauración de manglares.

4.39

La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

ANÁLISIS: El proyecto no contempla llevar a cabo actividades de restauración de manglares.

4.40

Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

ANÁLISIS: No se contempla la introducción o el uso de especies exóticas, ni actividades de restauración de humedales costeros.

4.41

La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

ANÁLISIS: No se contempla actividades de restauración o creación de humedales costeros.

4.42

Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

ANÁLISIS: Las áreas de manglar reportadas en el predio del proyecto, se conservarán en forma íntegra, por lo que no están sujetas a su aprovechamiento.

3.3.3. Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

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.

ANÁLISIS: Como medida de compensación en beneficio de los humedales se propone la reforestación de una superficie de 600 m² de manglar en alguna zona deteriorada; que resulta equivalente a la superficie que será ocupada por el proyecto; además de su monitoreo por un lapso de 2 años para determinar el éxito de la reforestación.

La medida será aplicada fuera del predio. Para la selección del sitio la promovente se compromete a coordinarse con el Gobierno del Estado de Quintana Roo, a través de sus múltiples instituciones, a fin de que alguna instancia de gobierno sea estatal o municipal, determine el sitio a reforestar. Una vez definido el sitio, será informado a esta Secretaría a fin de que dictamine lo conducente.

Cabe mencionar que no se eligió ningún sitio dentro del Área Natural Protegida en la que se ubica el predio, dado que las zonas donde se distribuye el manglar corresponde a terrenos nacionales, por lo que se requiere de autorización o anuencia por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para realizar alguna actividad de ese tipo; lo cual resulta contra productivo, toda vez que nuestra experiencia nos ha demostrado que la CONANP, no coopera con particulares para definir sitios o estrategias de reforestación, pues su burocracia impide que se pueda gestionar su consentimiento al respecto; en tanto que si existe apertura por parte del Gobierno del Estado para poder realizar actividades de reforestación en áreas naturales protegidas de carácter estatal o municipal.

3.3.4. NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

En relación a esta Norma Oficial Mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero del 2013, es importante mencionar que la zona donde se ubica el sitio del proyecto, no posee una playa con características idóneas para el arribo o anidación de tortugas marinas, pues la franja de playa con sustrato arenoso es muy delgada; en tanto que la mayoría se encuentra cubierta con vegetación propia de la duna costera, lo que indica que la playa no posee las características morfológicas para sostener estos procesos ecológicos. En este sentido, podemos afirmar que la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, no es aplicable al proyecto; además que no se pretende realizar el aprovechamiento no extractivo de tortugas marinas, como se demuestra en los siguientes apartados.

2. Campo de aplicación

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

Análisis: Como puede observarse, de acuerdo con el campo de aplicación de la Norma en comento, resulta improcedente su aplicación al proyecto, toda vez que este no realizará actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas; incluso los límites del predio quedan fuera de la zona de playa, y, por ende, la zona de aprovechamiento.

5. Especificaciones generales

5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:

5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.

Análisis: Aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, el proyecto en cuestión se encuentra sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.

Análisis: Aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, el proyecto no promueve la construcción u operación de acceso a estos sitios.

5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:

5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.

Análisis: La playa adyacente a la zona de aprovechamiento, como se ha mencionado en apartados precedentes, no posee características morfológicas que la hagan apta para la anidación o arribo de tortugas marinas. Por otra parte, aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, el proyecto no implica la remoción de vegetación nativa ni la introducción de especies exóticas en la playa y el cordón de dunas costeras.

5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.

Análisis: La playa adyacente a la zona de aprovechamiento, como se ha mencionado en apartados precedentes, no posee características morfológicas que la hagan apta para la anidación o arribo de tortugas marinas. Por otra parte, aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, el proyecto no implica la remoción de vegetación nativa en la playa ni en la duna costera.

5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.

Análisis: La playa adyacente a la zona de aprovechamiento, como se ha mencionado en apartados precedentes, no posee características morfológicas que la hagan apta para la anidación o arribo de tortugas marinas; sin embargo, el proyecto no pretende realizar obras o actividades en la zona de playa.

5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.

Análisis: La playa adyacente a la zona de aprovechamiento, como se ha mencionado en apartados precedentes, no posee características morfológicas que la hagan apta para la anidación o arribo de tortugas marinas; sin embargo, aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, la casa habitación será de un nivel, y en frente tendrá cobertura vegetal, lo que reducirá la proyección de luz hacia la playa. Adicionalmente se propone la instalación pantallas en la luminaria que proyecte luz en dirección a la playa. Las lámparas serán de color ámbar y con dirección hacia el suelo en alguno de 45 grados.

5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

- a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.***
- b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.***
- c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.***

Análisis: La playa adyacente a la zona de aprovechamiento, como se ha mencionado en apartados precedentes, no posee características morfológicas que la hagan apta para la anidación o arribo de tortugas marinas; sin embargo, aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, la casa habitación será de un nivel, y en frente tendrá cobertura vegetal, lo que reducirá la proyección de luz hacia la playa. Adicionalmente se propone la instalación pantallas en la luminaria que proyecte luz en dirección a la playa. Las lámparas serán de color ámbar y con dirección hacia el suelo en alguno de 45 grados.

5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

Vinculación: No se pretende introducir vehículos en la playa, ni animales.

NOTA: Las especificaciones de manejo 6 a la 6.9.5 no son aplicables al proyecto, ya que no se contempla el manejo de tortugas marinas adultas, ni la instalación de corrales, o el manejo de nidadas o crías de tortugas marinas.

Las **especificaciones: 7. Actividades de investigación; 8. Concordancia con normas internacionales; 9. Observancia de esta norma; y 10. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC)**, no son aplicables al proyecto, pues la naturaleza del mismo no encuadra en las actividades reguladas por las mismas.

3.3.5. ACUERDO que adiciona párrafos a la especificación 6.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Artículo Único.- Se adicionan párrafos a la especificación 6.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, para quedar como sigue:

6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.

Para garantizar lo anterior, podrán solicitar la intervención de las autoridades competentes cuando la emisión de ruido proveniente de fuentes antropogénicas, en las playas o cercanas a las playas, sobrepase los siguientes niveles:

Horarios	Límites máximos permisibles (dB)
7:00 - 13:59	58
14:00 - 19:00	60
19:00 - 6:59	55

El método de prueba a aplicar para verificar los límites antes señalados será el establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación: Aun cuando no se pretende realizar actividades de aprovechamiento no extractivo en hábitats de anidación de tortugas marinas, el proyecto no contempla realizar actividades de manejo con tortugas marinas.

CAPÍTULO 4

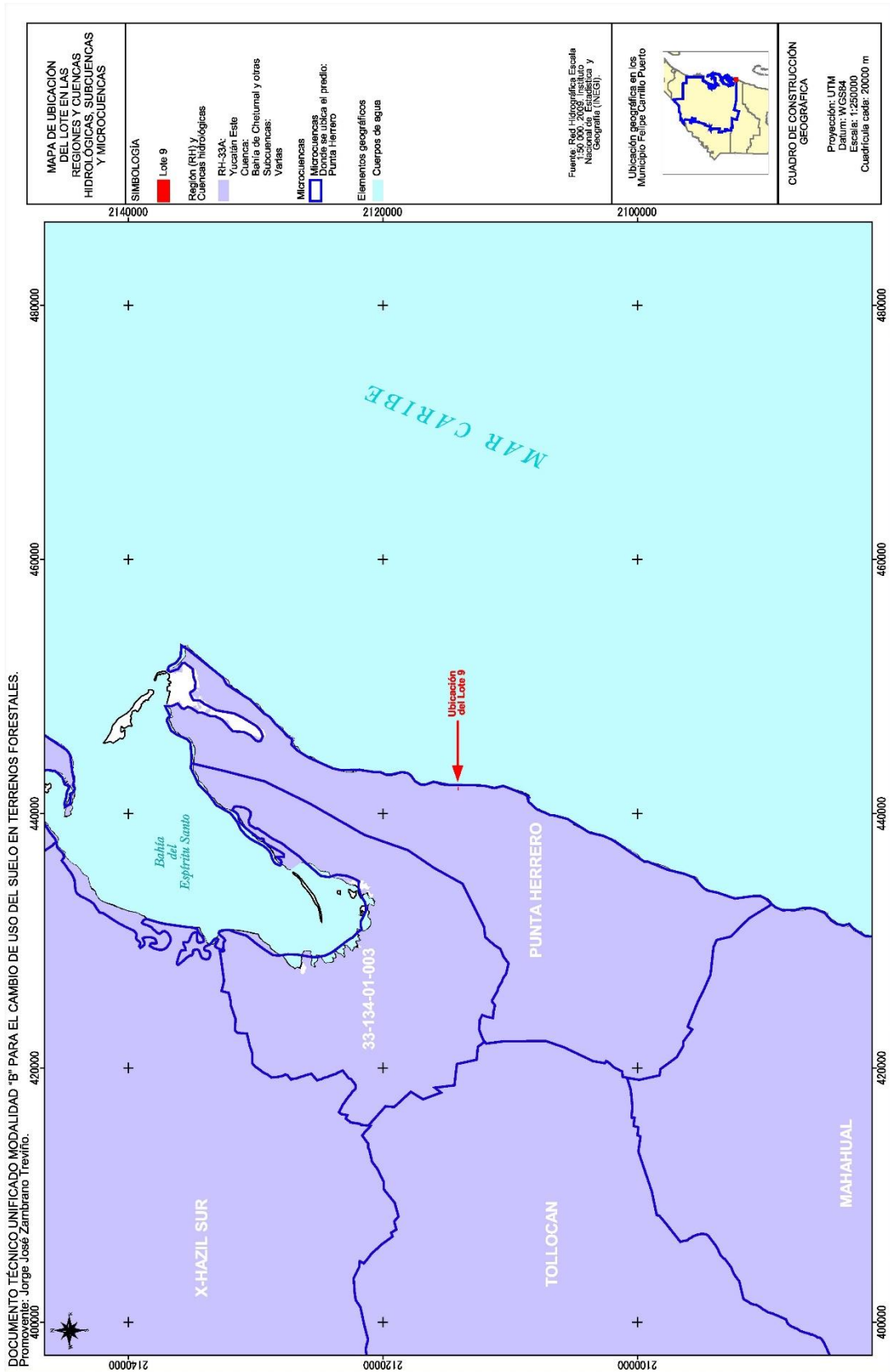
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1. UBICACIÓN A NIVEL DE LA CUENCA HIDROLÓGICA FORESTAL

El predio se encuentra ubicado dentro de la Cuenca Bahía de Chetumal y otras. A nivel de subcuencas hidrológicas el predio se ubica en la subcuenca varias; y finalmente podemos citar que el predio se ubica en la microcuenca Punta Herrero (ver plano de la página siguiente).

4.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

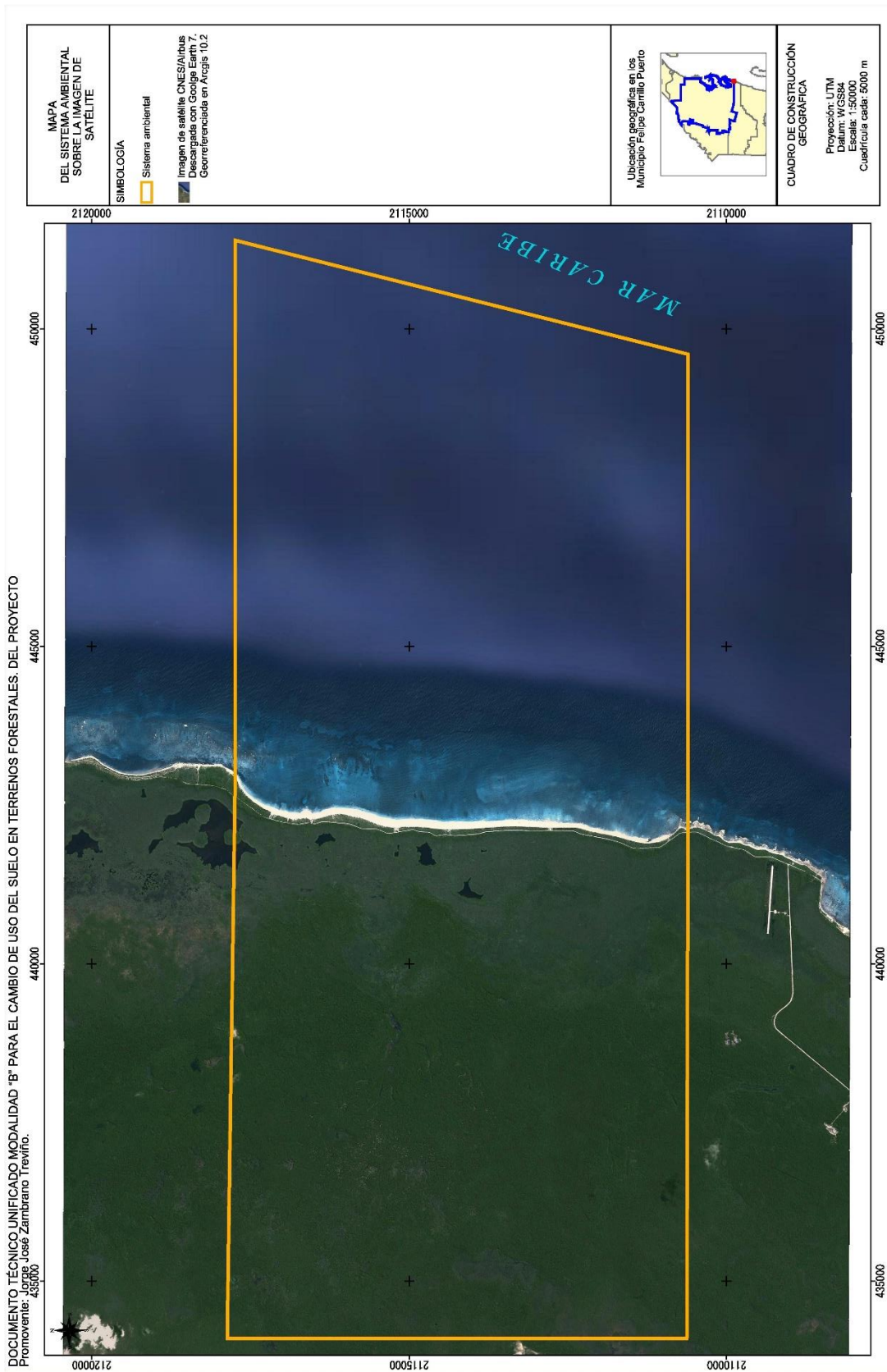
Si bien el predio se ubica dentro de la Cuenca Quintana Roo, esta, por su extensión, no resulta representativa de elementos físicos y biológicos con los que interactuará el proyecto, dada su amplia extensión; por lo tanto, para este estudio se optó por reducir el área de estudio a nivel del Sistema Ambiental, tomando en cuenta que se trata de una unidad de análisis mucho menor a la Cuenca y que resulta más representativa de las condiciones bióticas y abióticas con las que tendrán alguna interacción las obras del proyecto.

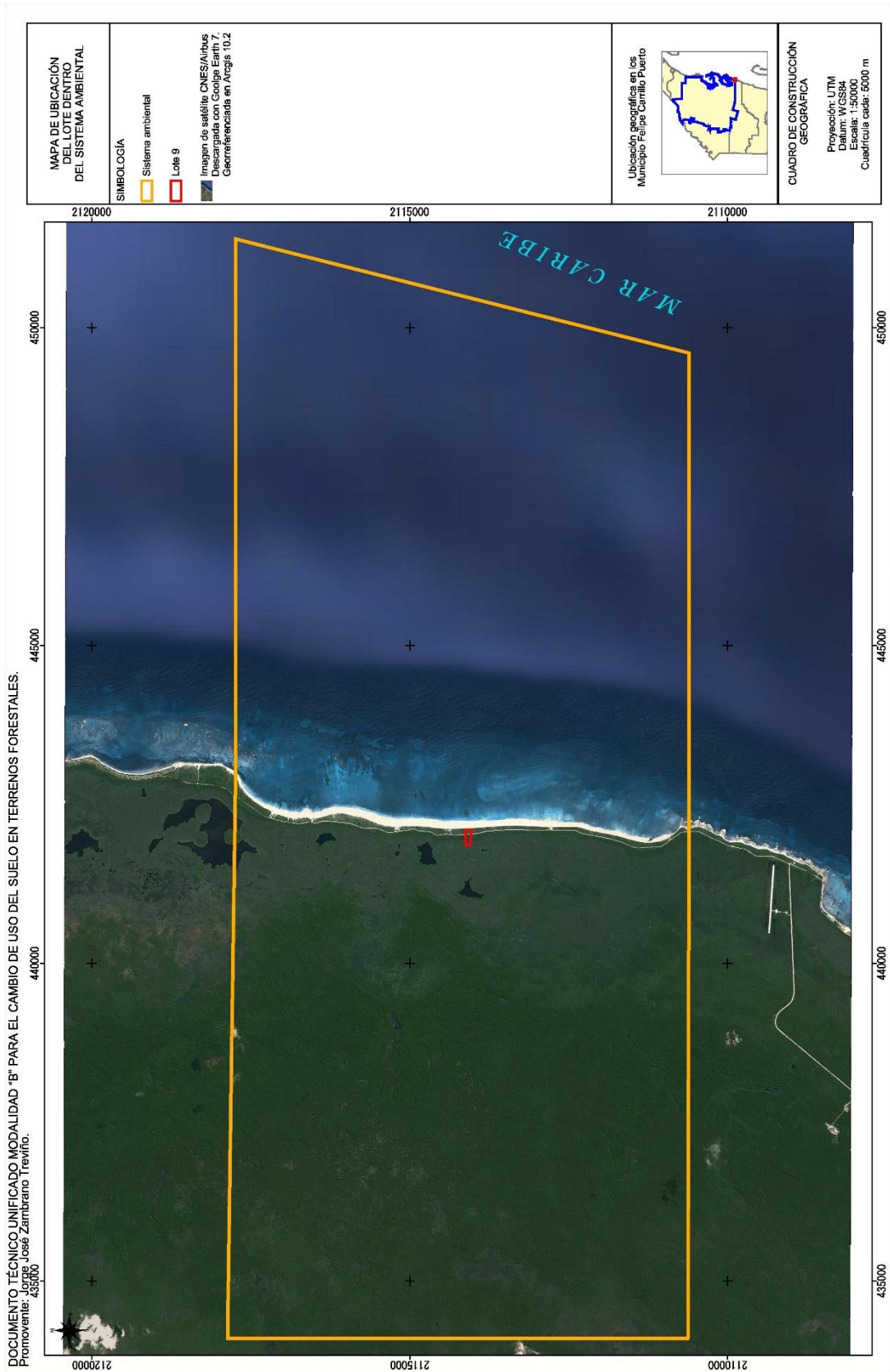


Para definir los límites del sistema ambiental, se tomó en consideración que el predio del proyecto se ubica dentro de un área natural protegida la “Reserva de la Biósfera de Sian Ka’an”, sin embargo, la extensión que esta posee es de 528,148 hectáreas, en tanto que el proyecto apenas pretende ocupar una superficie de 0.059 hectáreas que equivalen al 0.0000012% de su extensión territorial; por lo tanto, se optó por reducir el área de estudio, dentro de la circunscripción de la subzonificación de esa área natural protegida, puesto que cada subzona está definida de acuerdo con características particulares que comparten en toda su extensión.

Aunado a lo anterior, se prevé que el proyecto pudiera generar impactos ambientales con una incidencia que puede rebasar los límites del predio y del área de aprovechamiento, incluso pudiendo afectar el medio marino si no existe un control sobre la obra. En ese sentido, se anticipa que el proyecto pudiera incidir (con impactos de nivel extenso), en tres subzonas del área natural protegida en comento, a saber: la SP1 (Subzona Tzigual); la SACE (Subzona de Aprovechamiento Especial Costera); y la SASM3 (Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos, Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo).

Tomando en cuenta lo anterior, y con la finalidad de evitar un análisis deficiente respecto del área de influencia de los impactos ambientales que generará el proyecto; se optó por definir la extensión el sistema ambiental (SA), dentro de los límites definidos del área natural protegida en comento, pero de acuerdo con la las 3 subzonas antes descritas, que en su caso, pudieran verse afectadas debido a alguna interacción con el proyecto; de tal modo que el SA se acotó a un polígono con una superficie de 117'443,362.518 m² (11,744.339 hectáreas), como se muestra en los planos siguientes.





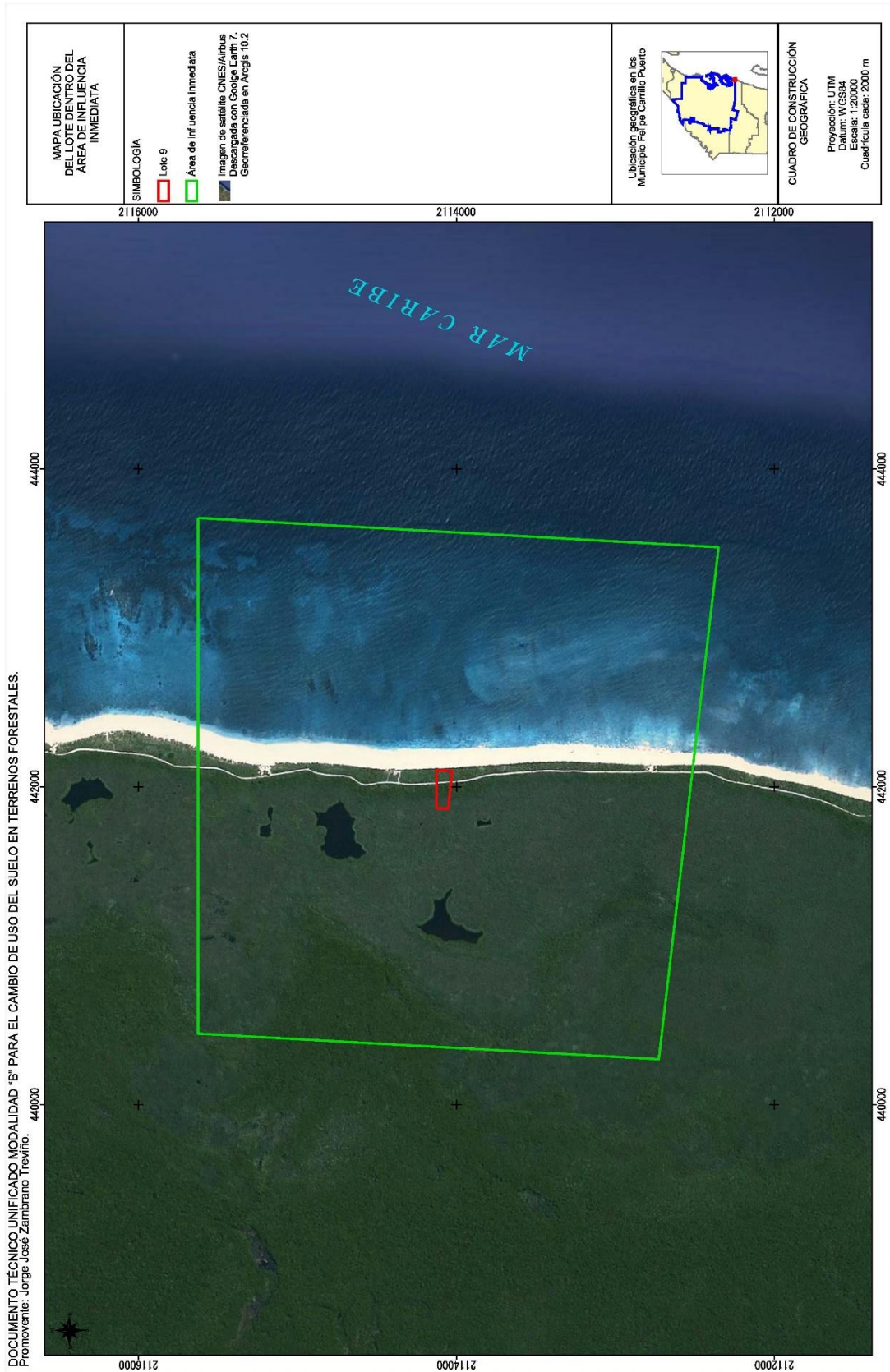
Los 117'443,362.518 m² se distribuyen como se indica en la **Tabla 15**.

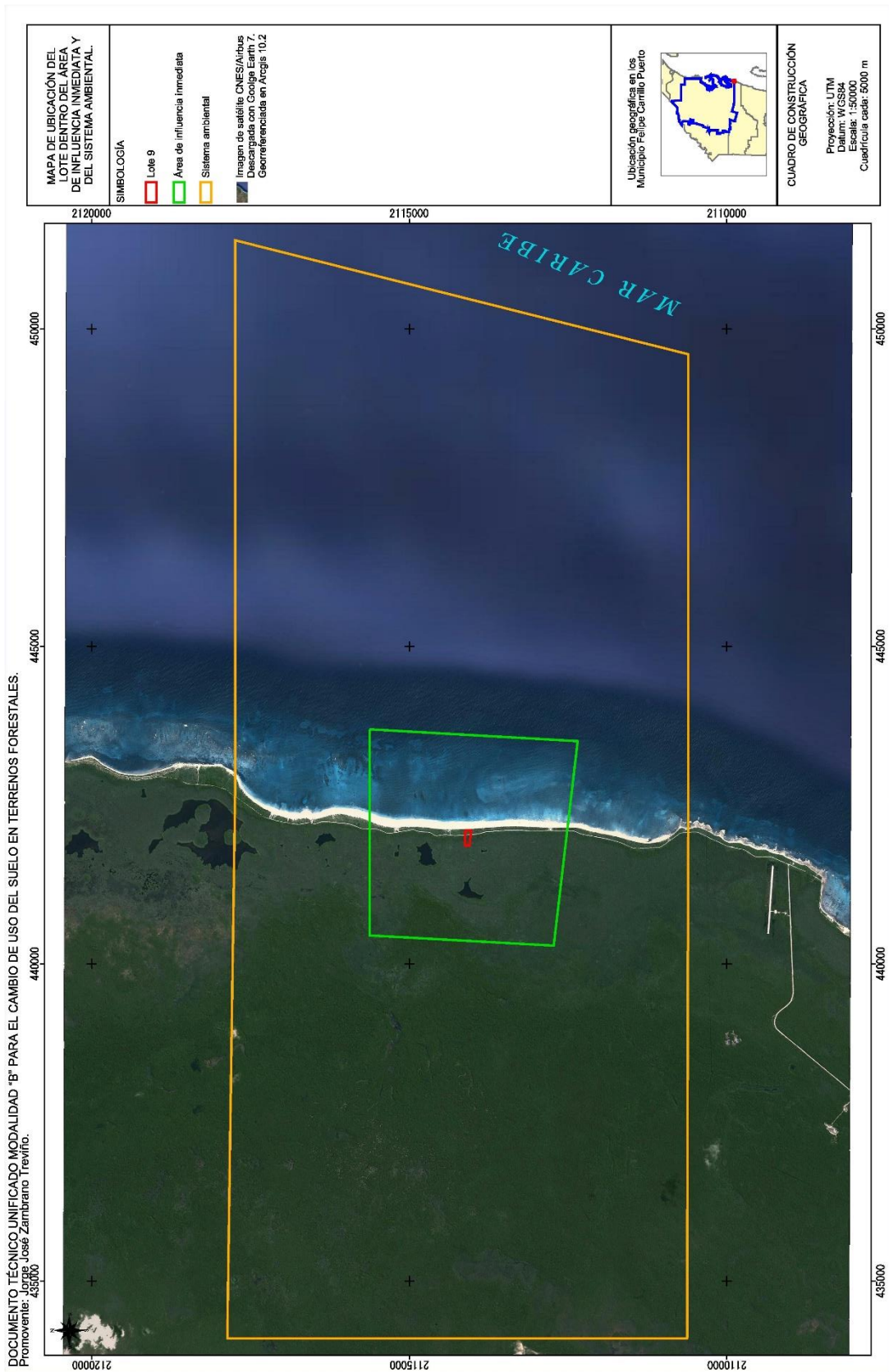
TABLA 15. ESPACIOS GEOGRÁFICOS DEL SISTEMA AMBIENTAL		
SUBZONA (ANP)	SUPERFICIE (m²)	PORCENTAJE (%)
SP1	57'114,429.9349	48.63
SAEC	1'336,703.5939	1.14
SASM3	58'992,228.9890	50.23
Total	117'443,362.518	100.00

Por otra parte, tenemos que los criterios técnicos utilizados para definir los límites del SA, se acotan a los elementos bióticos existentes en la zona, pues al tratarse de un área natural protegida de uso restringido, los elementos antrópicos son escasos y poco significativos. Asimismo, se tomó en cuenta que esta superficie se caracteriza por contener vegetación de duna costera típica de la península de Yucatán, manglares de franja y manglar chaparro, Matorral costero, Selva baja subcaducifolia; y de manera muy notoria, también se ubican zonas alteradas donde existían grandes plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*).

Aunado a lo anterior, el SA contiene predios de propiedad privada, en donde se permite la realización de actividades turísticas de bajo impacto ambiental y la instalación de infraestructura habitacional y de servicios, congruentes con políticas ambientales que permiten la permanencia de los recursos naturales, generando beneficio público, sin provocar un desequilibrio ecológico grave y sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales; por lo tanto, la ejecución del proyecto es congruente con las políticas de aprovechamiento que existen en el SA.

Considerando lo anterior, se definió una superficie de 10'015,899.862 (1,001.58 hectáreas) como el área de influencia inmediata del proyecto, dentro de los límites del sistema ambiental definido, como se muestra en los planos siguientes.





Visto lo anterior, a continuación, se presenta la descripción de los elementos físicos y biológicos que integran el sistema ambiental en estudio.

4.2.1. Medio abiótico

a) Clima

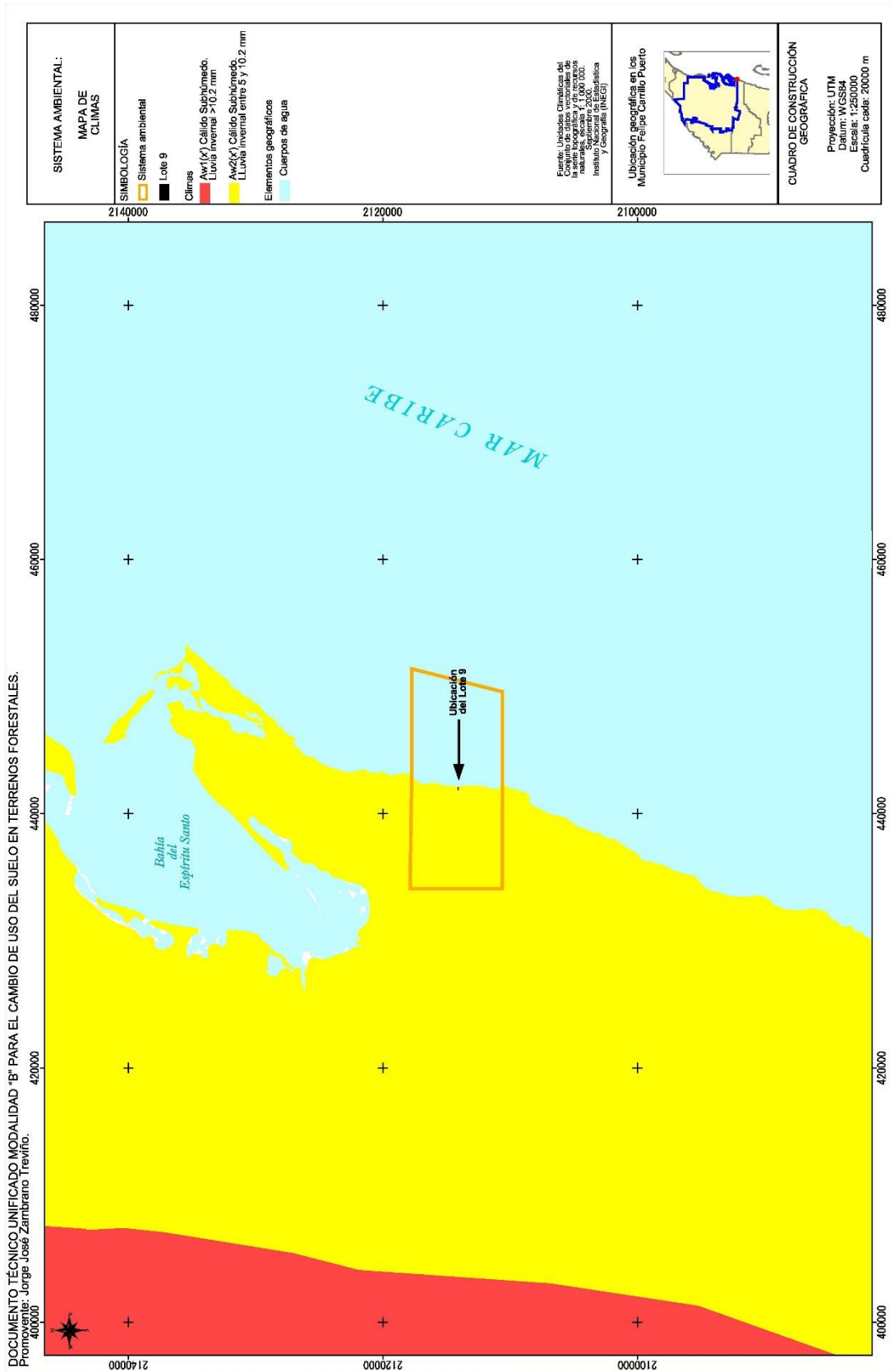
De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), en la microcuenca se presenta el subtipo climático Aw2(x'). Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, Temperatura promedio anual 24-28 °C (ver plano de la página siguiente).

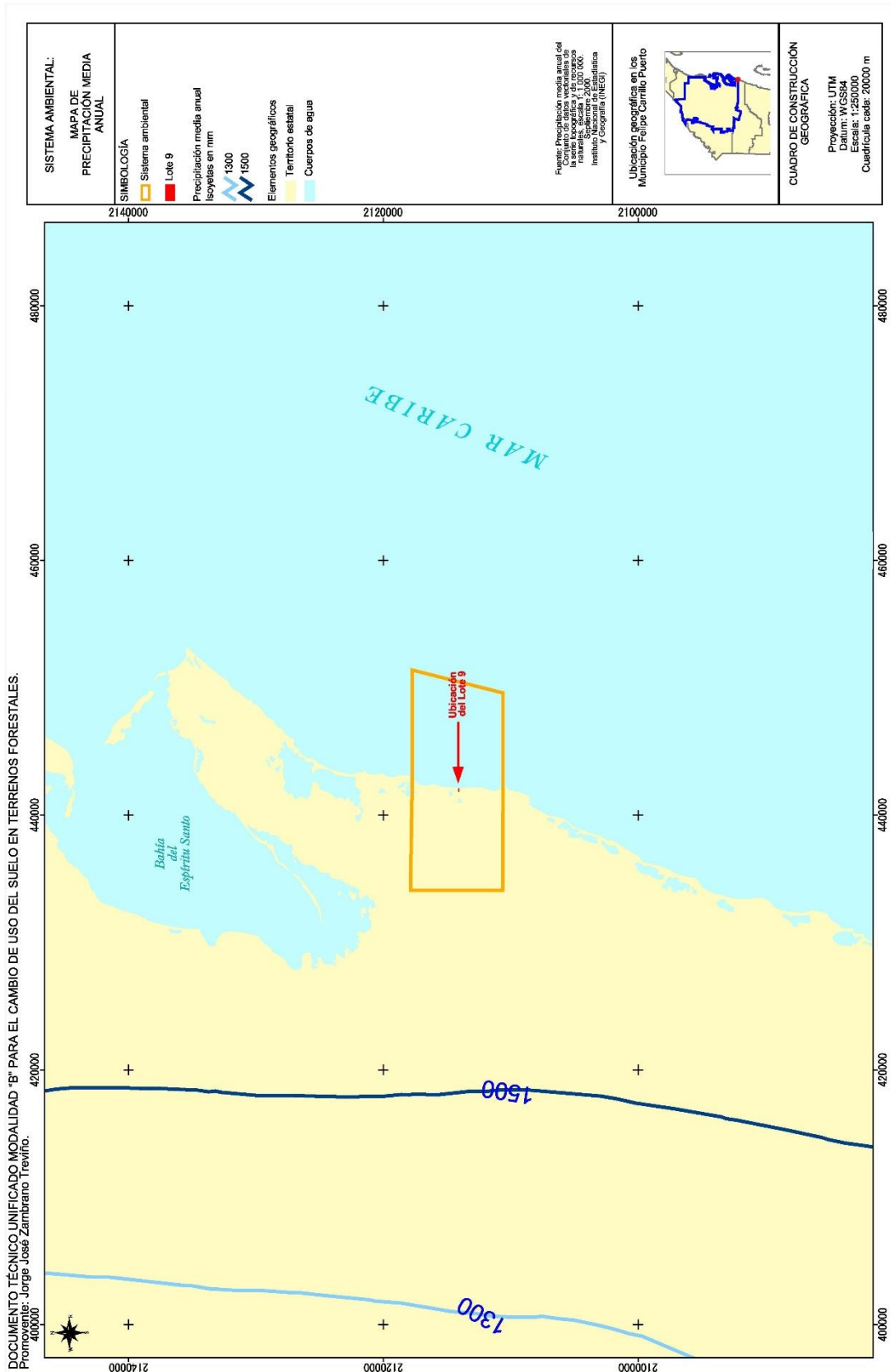
b) Precipitación

La precipitación media anual en el sistema ambiental es de 1,500 mm, de acuerdo con la Carta de precipitación media anual (PMA) del INEGI (ver plano de la página 264). Precipitación total anual 1300-2000 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm. Elevación máxima de 10 msnm. Lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

c) Intemperismos no severos

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la microcuenca, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz de provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.





d) Intemperismos severos

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de junio a noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones.

La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo. La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano.

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

e) Fisiografía

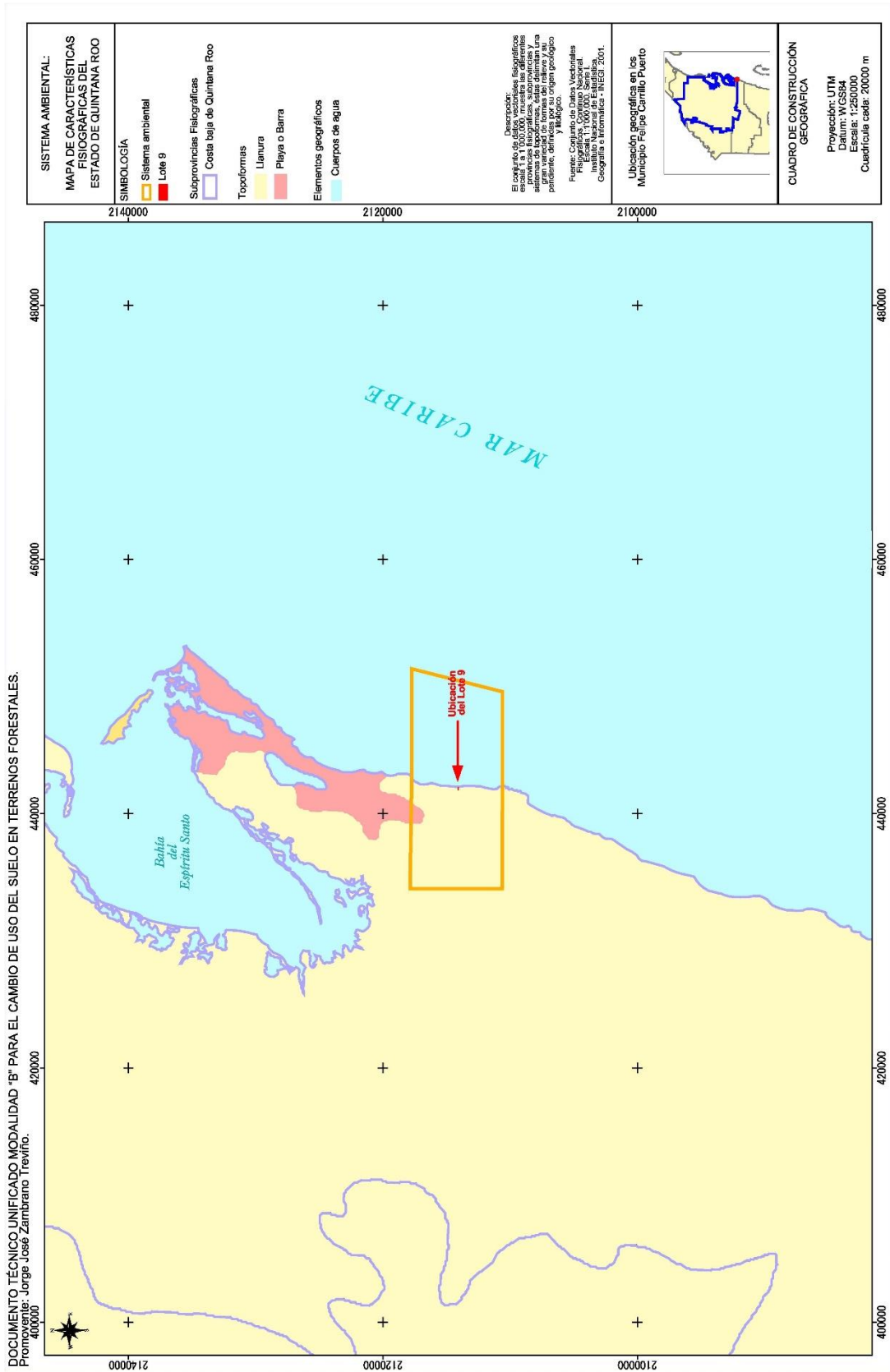
Desde el punto de vista fisiográfico el sistema ambiental forma parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, la cual a su vez se

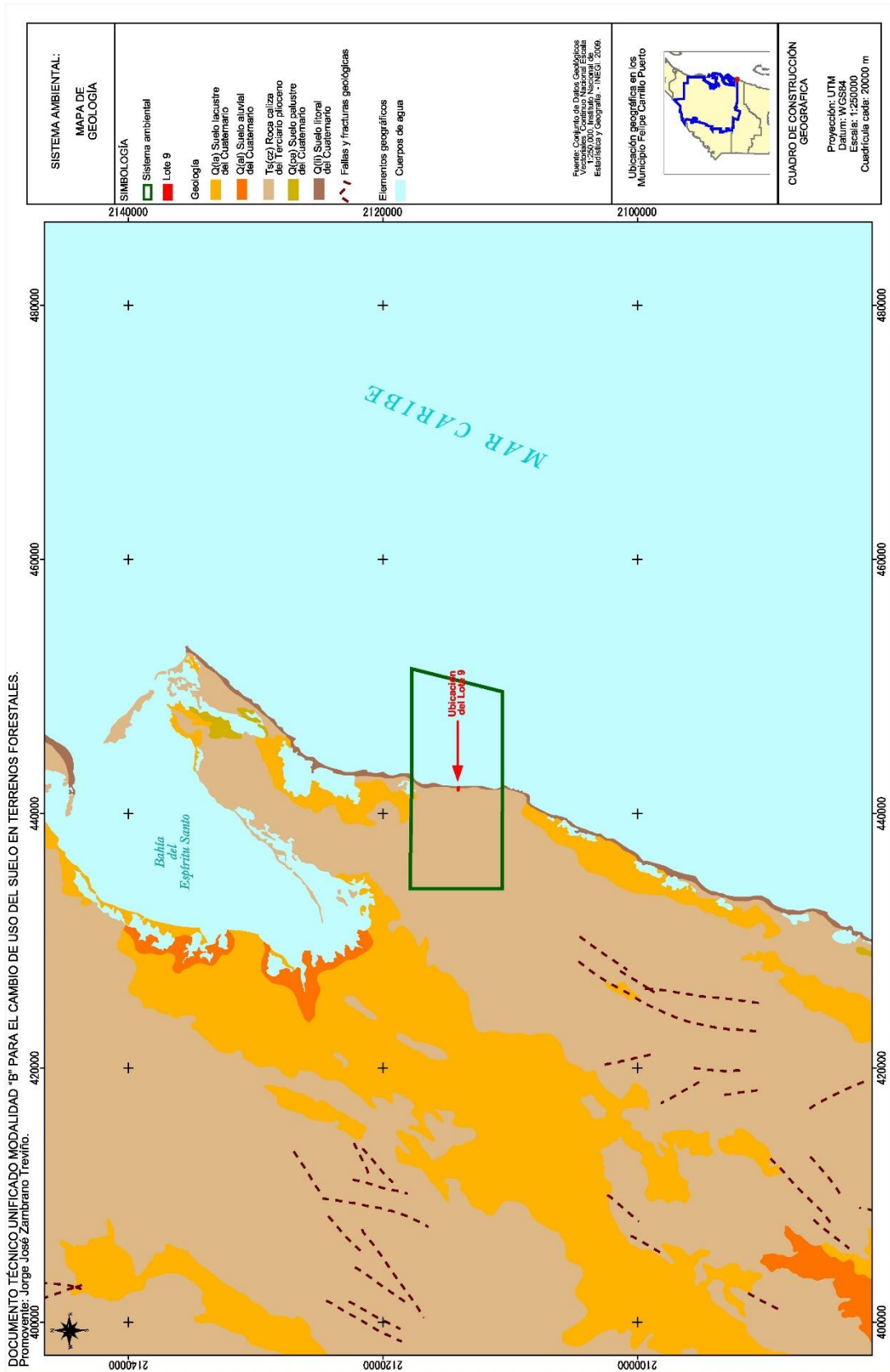
divide en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, 2002). La superficie del SA se encuentra ubicada dentro de la subprovincia fisiográfica Costa baja de Quintana Roo (ver plano de la página siguiente).

En la provincia Península de Yucatán, el terreno es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Por su parte, la subprovincia fisiográfica Costa baja de Quintana Roo se extiende en el sureste del Estado, a partir de su borde centro oriental, al norte de la Bahía de la Ascensión, hasta rodear la de Chetumal, caracterizándose por su relieve escalonado que desciende de poniente a oriente. Es la que representa el menor relieve, está integrada por una llanura rocosa suavemente ondulada con altitudes poco significativas, en las que existen zonas de inundación temporal; en la franja litoral la conforman numerosas lagunas. áreas pantanosas, puntas rocosas y paralela a ella se ha desarrollado una barrera arrecifal que delimita una extensa zona lagunar. A lo largo de su borde sur y suroeste transita el río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad.

f) Geología

En el sistema ambiental se presentan 2 tipos geológicos: Q(li) suelo litoral del cuaternario y Ts(cz) roca caliza del terciario plioceno (ver plano de la página 268).





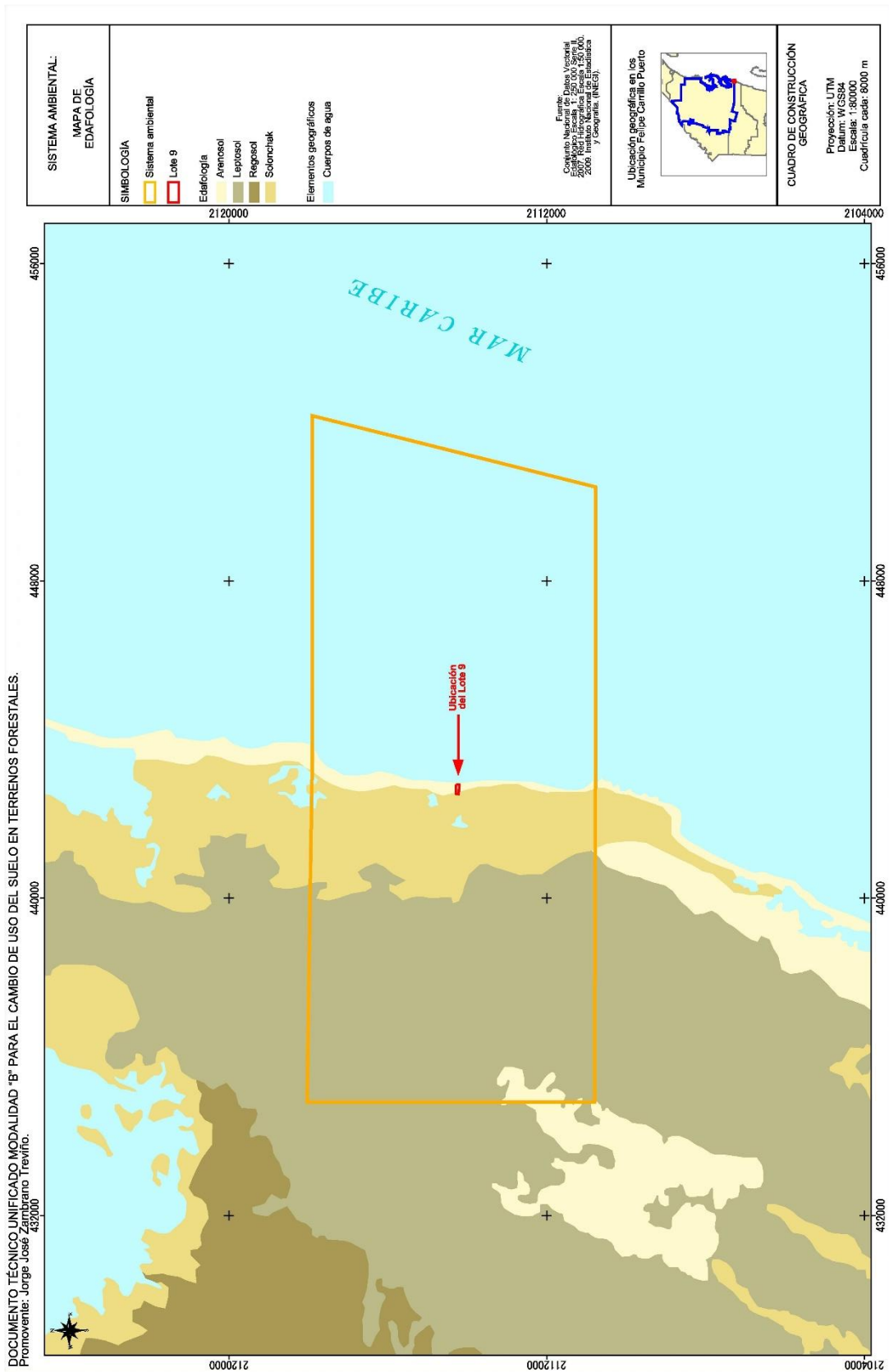
Q(li) está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas. El litoral está representado por los depósitos litorales de arena fina a gruesa constituidas principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostrácodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos, en algunos sitios se tienen coquinas mal consolidadas del mismo ambiente.

Ts(cz) está conformado por materiales calcáreos, o rocas calizas de tipo masivo.

g) Edafología

De acuerdo con la carta edafológica (escala 1:50000, Serie II) del INEGI, el sistema ambiental se ubica en una zona donde se distribuyen las siguientes unidades edáficas (ver plano de la página siguiente):

Arenosol. Del latín arena: arena. Literalmente, suelo arenoso. Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. En México son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos tabasqueños y del norte de Chiapas. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes (Fig. 19 Y 20). La susceptibilidad a la erosión en los Arenosoles va de moderada a alta. Su símbolo cartográfico es (O).



Leptosol. Los Leptosoles son suelos con menos de 25 cm de profundidad y son los más abundantes del país con 28.3% del territorio nacional. El 46.6% de la superficie de Leptosoles tienen menos de 10 cm de profundidad (Leptosoles líticos). Para el caso de México este grupo se relaciona generalmente con paisajes accidentados de sierras (altas, complejas, plegadas y asociadas con cañadas o cañones), y con extensas planicies de calizas superficiales como la Península de Yucatán.

Regosol. Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen (Fig. 44, 45 Y46). En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad

Solonchak (símbolo: Z) (suelo terciario). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo.

La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad.

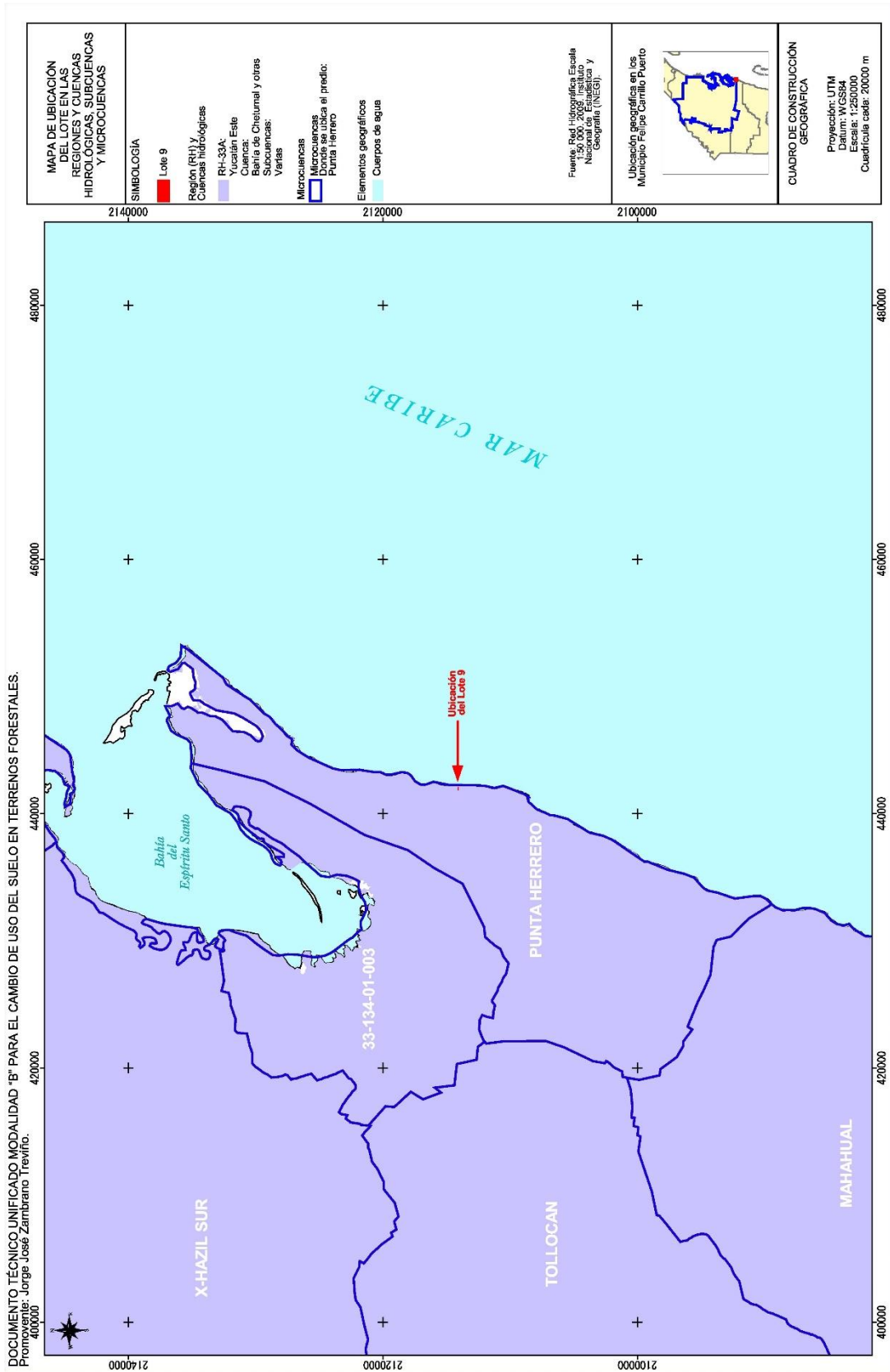
h) Hidrología superficial

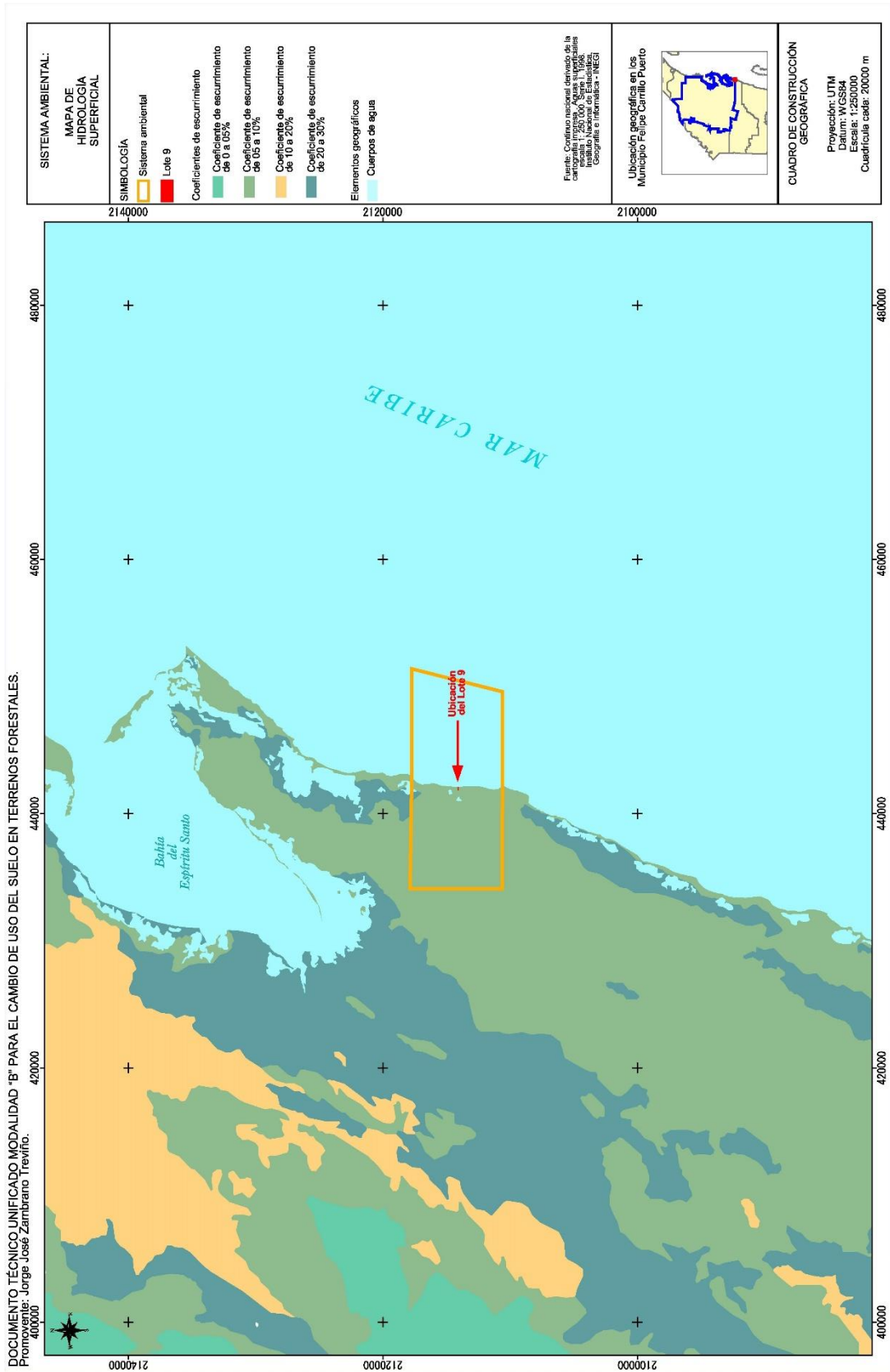
La microcuenca se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica RH33 Yucatán Este (ver plano de la página siguiente). Abarca los tres estados de la península de Yucatán con una superficie total de 39 579 km² en México, pero continúa en la república de Guatemala y Belice. Tiene la mayor extensión del estado ya que ocupa el equivalente a 68.23% de su superficie, ubicada desde poco más al norte de la parte media hasta el sur de la entidad; limita al norte con la región hidrológica 32, al este con el Mar Caribe y la Bahía de Chemal, al sur con Belice y Guatemala, al oeste con Campeche, colindando con la RH31 y al noroeste con el estado de Yucatán. Esta región está conformada por dos cuencas la 33A Bahía de Chetumal y Otras y a 33B Cuencas Cerradas.

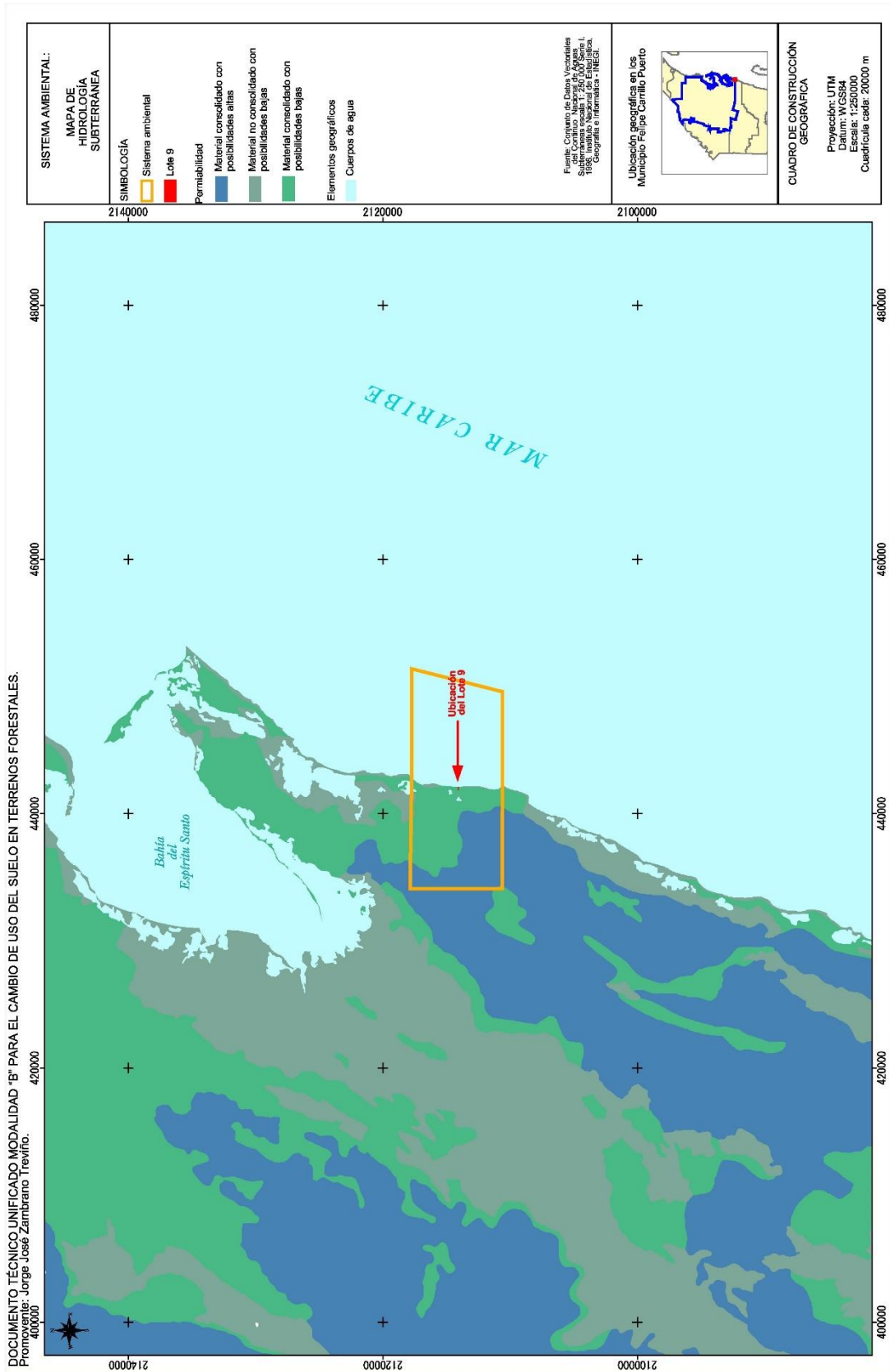
Conforme carta de hidrología superficial del INEGI, tenemos que en el sistema ambiental se identifican de manera predominante y en toda su extensión, zonas con un coeficiente de escurrimiento de 0.5 a 10% y una mínima porción ubicada al Norte presenta un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% (ver plano de la página 274).

i) Hidrología subterránea

Conforme carta de hidrología subterránea del INEGI, tenemos que en la microcuenca se identifican de manera predominante, zonas de material no consolidado con posibilidades altas y bajas de funcionar como acuífero; y una mínima porción presenta material no consolidado con posibilidades bajas (ver plano de la página 275).







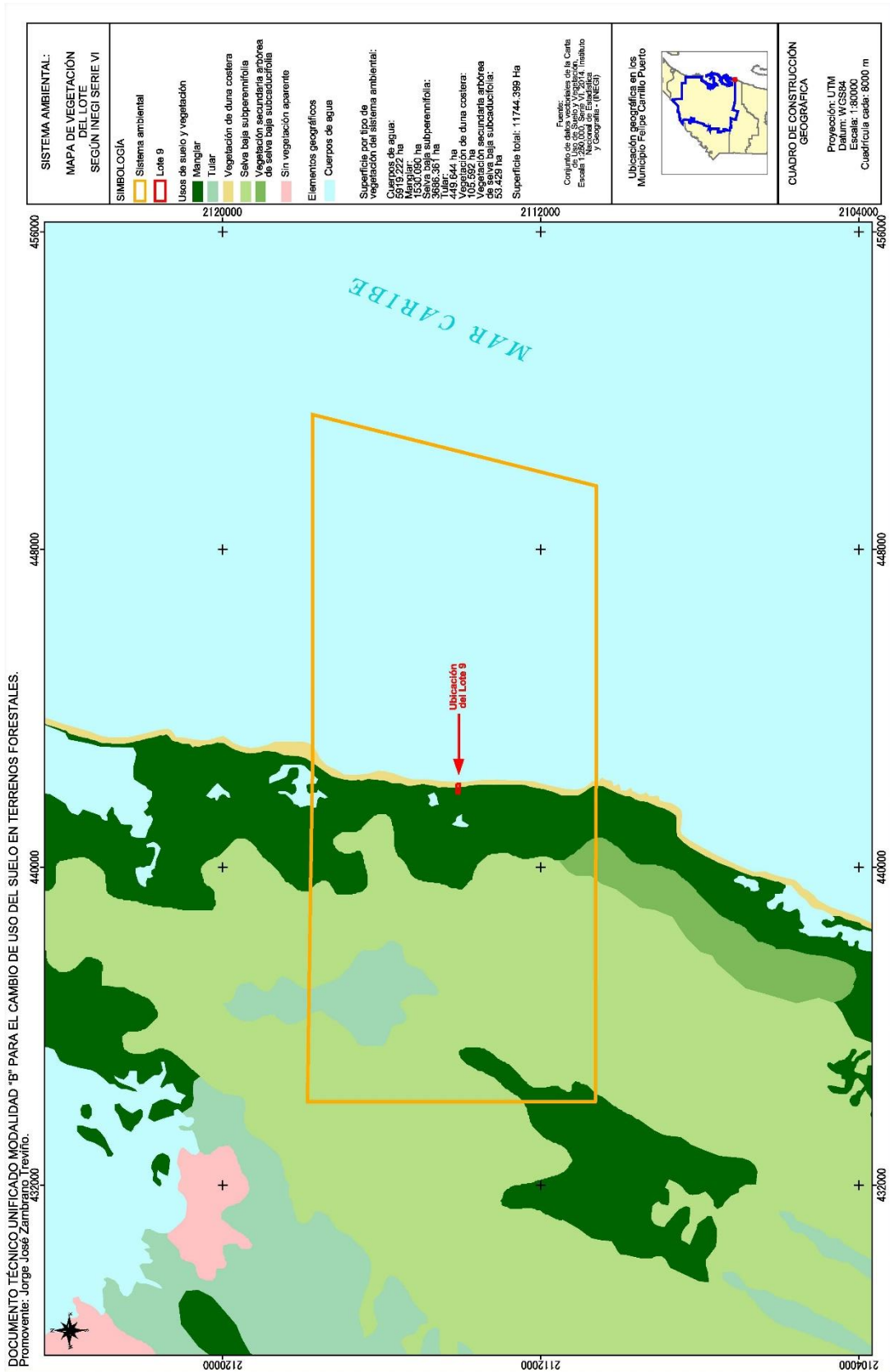
4.2.2. Medio biótico

a. Vegetación

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (serie VI, escala 1:250000), a nivel del sistema ambiental se identificaron 2 tipos de vegetación a saber: Duna costera, Manglar, Selva baja subperennifolia, Tular y Vegetación secundaria arbórea de Selva baja subcaducifolia (ver plano de la página siguiente). A continuación, se describen los tipos de vegetación identificados.

Manglar (VM). Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Duna costera (VU). Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.



Tular (VT). Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5m de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp.*), y tutillo (*Scirpus spp.*), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax* y a los “saibadales” de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

Selva Baja Subperennifolia (SBQP). Comunidad vegetal que se encuentra en las mismas regiones de la Selva Alta perennifolia, alta y Mediana Subperennifolia, se distribuye prácticamente en la península de Yucatán, en climas cálidos húmedos y subhúmedos con temperaturas de 24 a 36°C y precipitaciones entre los 1300 y 2000 mm. La distribución de esta selva está dada por las características geomorfológicas; esto es, en las zonas bajas y planas que en época de lluvias sufren cierto grado de inundación, pues se desarrollan en terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). La altitud en que se distribuyen es del nivel del mar hasta 150msnm. Los individuos que están presentes en este tipo de vegetación cuentan con una altura no mayor a 5m. Son especies importantes *Byrsonima crassifolia*, *Byrsonima bucidaefolia* (*sakpaj*), *Crescentia alata*, *C. kujete*, *Curatella americana*, *Coccoloba spp.*, y *Metopium brownei* (chechén). También por lo regular este tipo de selvas se pueden relacionar con las sabanas y la selva mediana Subperennifolia.

Selva Baja Subcaducifolia (SBS). Se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya. Los climas en que se desarrollan son del tipo Semicálido subhúmedo y Seco semicálido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C, se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100msnm, sobre suelos poco desarrollados y poco profundos.

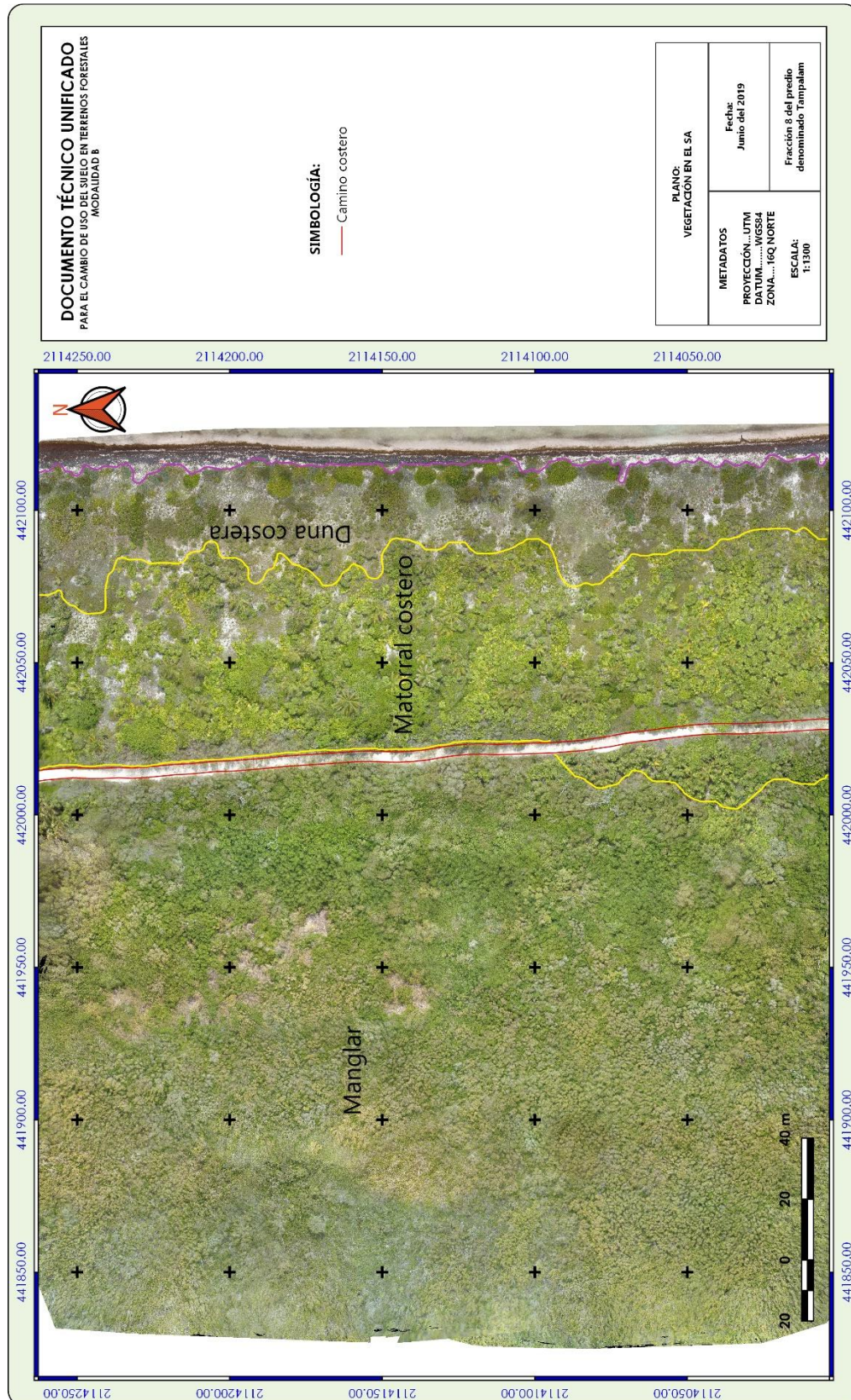
Fisonómicamente es semejante a la SBC, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de *Beaucarnea pliabilis* y *Pseudophoenix sargentii*. El estrato superior típico lo componen elementos con 5 a 6 metros de altura como: chechén negro (*Metopium brownei*), *tsalam* (*Lysiloma bahamensis*), *pomolche'* (*Jatropha gaumeri*), *chaka'* (*B. simaruba*), *zapote*, *ya'axnik* (*Vitex gaumeri*), *sak-katsim* (*Mimosa bahamensis*), *kitamche'* (*Caesalpinia gaumeri*), *akits* (*Thevetia gaumeri*), *boob* (*Coccoloba barbadensis*); en el estrato intermedio contiene a elementos de 2 a metros de altura como: *Nancen* (*Byrsonima crassifolia*), *flor de mayo* (*Plumeria rubra*), *ts'ipil* (*Beaucarnea pliabilis*), *palma kuka'* (*Pseudophoenix sargentii*), *palma de wano*, *katalox* (*Swartzia cubensis*), *chí'may* (*Pithecellobium dulce* y *Havardia albicans*) y *Croton spp.* En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2m de altura como: *Subin* (*Acacia sp.*), *pata de vaca* (*Bauhinia sp.*) y *subinche'* (*Platymiscium yucatanum*).

Son especies importantes: *Metopium brownei* (*boxchechén*), *Lysiloma latisiliqua* (*tsalam*), *Beaucarnea pliabilis* (*ts'ipil*), *Pseudophoenix sargentii* (*kuka'*), *Agave angustifolia* (*ki*, *babki'*), *Bursera simaruba* (*chaka'*), *Nopalea gaumeri* (*tsakam*), *Bromelia pinguin* (*ch'om*), *Coccoloba sp* (*boop*), *Thevetia gaumeri* (*akits*).

No obstante lo anterior, se procedió a realizar un sobrevuelo utilizando un vehículo no tripulado (dron), en la extensión del territorio que abarca el predio dentro sistema ambiental, y parte del área de influencia, pudiendo determinar que existen 2 tipos de vegetación, que de acuerdo con la clasificación del INEGI se reportan como: Duna costera y Manglar; sin embargo, con respecto a la duna costera es posible diferenciarla en dos subtipos (de acuerdo con la literatura especializada), a saber: Dunas primarias y secundarias, y un subtipo denominado Matorral costero, el cual ya se diferencia por presentar especies leñosas y palmas de altura superior. Entre la vegetación de matorral costero se identificaron individuos aislados de palmas de coco (*Cocos nucifera*), presentes como resultado de la actividad coprera que se llevó a cabo en la zona, en los años 60. Adicionalmente se identificaron áreas sin vegetación aparente, que corresponden al antiguo camino costero que existe en la zona. En el plano de la página siguiente se pueden observar los tipos de vegetación identificados al interior del sistema ambiental, dentro de los límites del área de influencia del proyecto, de acuerdo con la clasificación antes descrita.

a.1. Vegetación a nivel del predio testigo

Considerando que el cambio de uso de suelo propuesto afectará vegetación de Matorral costero, a continuación, se presenta un análisis de la estructura y composición de un ecosistema similar dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental, que para fines del presente estudio se denominará como el predio o unidad testigo; tal como se describe a continuación.



a.2. Delimitación del área de estudio

Par poder estimar los índices de valor de importancia y diversidad de la flora y fauna en un ecosistema similar al que será afectado dentro del sistema ambiental, se optó por llevar a cabo un muestreo en áreas con vegetación de Matorral costero dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, ya que corresponde a un ecosistema similar al que será afectado con el cambio de uso de suelo propuesto.

Para poder sustentar la información presentada, se utilizó el plano de vegetación elaborado para el sistema ambiental, seleccionando 4 polígonos de 32 x 32 m (1,024 m²), cuya delimitación se muestra en el plano de la página siguiente; y cuyos vértices se citan en las **Tablas 16 y 17** (coordenadas UTM, Datum WGS84).

TABLA 16. SITIOS DE MUESTREO					
POLÍGONO 1			POLÍGONO 2		
VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
1	442041.5016	2114316.4493	1	442041.5016	2114262.6147
2	442073.5016	2114316.4493	2	442073.5016	2114262.6147
3	442073.5016	2114284.4493	3	442073.5016	2114230.6147
4	442041.5016	2114284.4493	4	442041.5016	2114230.6147

TABLA 17. SITIOS DE MUESTREO					
POLÍGONO 3			POLÍGONO 4		
VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
1	442043.2258	2114021.1036	1	442043.2258	2113967.2690
2	442075.2258	2114021.1036	2	442075.2258	2113967.2690
3	442075.2258	2113989.1036	3	442075.2258	2113935.2690
4	442043.2258	2113989.1036	4	442043.2258	2113935.2690



Una vez definida la poligonal de la unidad testigo, se procedió a realizar el inventario forestal con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación.

4.2.3. Variables registradas

Como se mencionó anteriormente, la comunidad inventariada incluyó a todos los ejemplares con **Diámetro Normal** (DN) o **Diámetro a la altura del pecho** (DAP). La "altura del pecho" es una convención de larga tradición y uso en la práctica forestal.

Aunque lo que generalmente nos interesa saber, no es el diámetro, sino el área de la sección transversal para poder estimar el volumen, o el área basal, es el diámetro o, en su defecto, la circunferencia, el parámetro que será más fácil de medir.

La convención universal es medir el diámetro, con corteza a menos que se especifique lo contrario, a una altura fija desde el nivel del suelo. Esta altura estándar es la altura del pecho. Para fines de este estudio, se consideró la altura del pecho a 1.30 m de altura desde el suelo, y se midió tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si al árbol no presentó aletas o deformaciones en la base, el DAP se midió a 1.30 m del suelo.
- Si al árbol presentó aletas, el DAP se midió a 30 cm por encima de la parte terminal de las mismas.

- Si al árbol presentó deformaciones a 1.30 m del suelo, el DAP se tomó en la parte terminal de la deformación.
- Si al árbol estaba bifurcado arriba de 1.30 m del suelo, entonces el DAP se tomó de forma normal como se muestra en la figura a); pero si la bifurcación se presentaba antes de 1.30 m del suelo, entonces se midió el DAP a 1.30 m pero cada rama se consideró como un individuo por separado.
- Si al árbol se encontraba en una pendiente, el DAP se tomó a 1.30 m a partir de la parte más alta de la pendiente.
- Si al árbol estaba inclinado, el DAP se tomó a 1.30 m por el lado superior, en forma perpendicular al eje del fuste del árbol.

Otras variables registradas durante el inventario forestal, fueron las siguientes:

- Número de individuo (registro).
- Diámetro normal (DAP) en centímetros.
- Altura total y comercial.

4.2.4. Inventario de datos en campo

El inventario de datos consistió en la medición de los árboles y arbustos con DAP mayor a 5 cm (de 5 a 9.9 cm para el estrato arbustivo; y de 10 cm en adelante para el arbóreo). Este procedimiento se realizó con cinta diamétrica graduada en pulgadas y centímetros, que se utiliza comúnmente para medir el diámetro de los árboles, colocándola alrededor del tronco. En las **Figuras 27, 28, 29 y 30**; se

muestran las actividades realizadas durante el inventario forestal en la unidad testigo.



Figura 27. Toma del DAP a la altura del pecho.



Figura 28. Marcado de los ejemplares inventariados.



Figura 29. Llenado de fichas de campo y delimitación de las áreas de muestreo.



Figura 30. Ejemplares marcados durante el inventario.

También se registró la altura total de los ejemplares, considerada desde la base del tronco, hasta la última rama; y la altura comercial considerando sólo el fuste limpio, es decir, la altura desde la base hasta la primera ramificación (rama primaria).

a.3. Epífitas vasculares

Uno de los componentes más característicos y llamativos en los ecosistemas forestales son las plantas epífitas. Este grupo está conformado por organismos cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los ecosistemas y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada. Las epífitas aumentan

la complejidad estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna (Nadkarni y Matelson 1989)¹⁴.

Metodología del inventario: Para el estudio de este grupo florístico se utilizaron los 2 sitios de muestreo establecidos dentro del predio testigo (usados para el inventario forestal), de tal manera que durante el levantamiento de los datos en campo, se realizó una revisión exhaustiva de cada individuo inventariado a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo, a fin de determinar la existencia de epífitas vasculares, y posteriormente registrar la especie y el número de individuos por especie identificados. Los grupos de epífitas estudiados fueron los correspondientes a las familias Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas (incluidas Loranthaceae, Cactaceae, Araceae y otras especies más conspicuas).

a.4. Resultados del inventario (composición de la vegetación)

a.4.1. A nivel de todo el ecosistema

De acuerdo con el inventario forestal realizado, se tiene que la vegetación de los polígonos de estudio dentro del sistema ambiental (unidad testigo), se encuentra compuesta por 28 especies distribuidas en 19 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Arecaceae y Poaceae con 3 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 2 o 1 especie, tal como se indica en la **Tabla 18**.

TABLA 18. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa

¹⁴ José G. García-Franco y Tarín Toledo Aceves. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap5.pdf>

TABLA 18. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	Anis xiw
Boraginaceae	<i>Argusia gnaphalodes</i>	Sikimay
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote
Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i>	Berro de costa
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>	Zacate cortadera
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce barbicularina</i>	Lechecillo
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Vaina de collar
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzí
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate egipcio
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Cuaba prieta
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	Lengua de gallo
Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Orégano de playa

a.4.2. A nivel del estrato arbóreo

De acuerdo con el inventario forestal, el estrato arbóreo se encuentra compuesto por 10 especies distribuidas en 8 familias, de las cuales las familias mejor

representadas son la Arecaceae y Sapotaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie, tal como se indica en la **Tabla 19**.

TABLA 19. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzí
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté

a.4.3. A nivel del estrato arbustivo

De acuerdo con el inventario forestal, el estrato arbóreo se encuentra compuesto por 12 especies distribuidas en 10 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Arecaceae y Fabaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie, tal como se indica en la **Tabla 20**.

TABLA 20. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche

TABLA 20. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Vaina de collar
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzí
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil

a.4.4. A nivel del estrato herbáceo

De acuerdo con el inventario forestal, el estrato herbáceo se encuentra compuesto por 18 especies distribuidas en 13 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Poaceae con 3 registros; seguida de las familias Arecaceae, Asteraceae y Rubiaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie, tal como se indica en la **Tabla 21**.

TABLA 21. COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	Anis xiiw
Boraginaceae	<i>Argusia gnaphalodes</i>	Sikimay
Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i>	Berro de costa
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>	Zacate cortadera
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce barbicularina</i>	Lechecillo
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate egipcio
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar

TABLA 21. COMPOSICIÓN DE ESPECIES

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Cuaba prieta
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	Lengua de gallo
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Orégano de playa

a.4.5. Epífitas vasculares

No se obtuvo el registro de epífitas vasculares durante el inventario forestal llevado a cabo dentro de la unidad testigo del sistema ambiental.

En las siguientes imágenes se muestran las condiciones ambientales del ecosistema de matorral costero dentro del sistema ambiental.







a.5. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies que componen la vegetación dentro de la unidad testigo, 2 especies figuran dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican en la **Tabla 22**.

TABLA 22. ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Areaceae	<i>Trinax radiata</i>	Chit	Amenazada
2	Areaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Amenazada

a.1. Índice de valor de importancia (IVI) para la flora del predio testigo

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool *et al.* (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer Novelli (1983) y Corella *et al.* (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados, bajo la premisa de que la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una comunidad vegetal.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de una comunidad, y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IVI} = \text{A\%} + \text{F\%} + \text{D\%}$$

Donde:

IVI: índice de valor de importancia

A%: abundancia relativa

F%: frecuencia relativa

D%: dominancia relativa

Abundancia. Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número total de individuos de la comunidad inventariada) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie entre el total de los individuos inventariados) y se calcula mediante la siguiente ecuación.

Abundancia relativa:

$$\text{A\%} = n_i / N_t * 100$$

Donde:

n_i = número de individuos de la *i*ésima especie

N_t = Número total de individuos inventariados (Abundancia absoluta)

Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies y es el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos, por lo que se calcula utilizando la siguiente ecuación.

Frecuencia relativa:

$$F\% = F_i / F_t * 100$$

Donde:

F_i = Número de sitios en los que aparece la *i*ésima especie

F_t = Número total de las frecuencias del muestreo.

Dominancia: Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

Bajo este esquema, la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de todas las especies expresada en metros cuadrados, y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia de una especie cualquiera y

la dominancia absoluta de la comunidad inventariada. Este último parámetro se calcula aplicando la siguiente ecuación.

Dominancia relativa:

$$D\% = G_i/G_t * 100$$

Donde:

G_i = Área basal en m² para la iésima especie

G_t = Área basal en m² de todas las especies (dominancia absoluta)

Cabe aclarar que para el estrato herbáceo y las epífitas vasculares, se consideró la cobertura relativa y no el área basal para el cálculo de la dominancia relativa, de acuerdo con la metodología aplicada.

Visto lo anterior, a continuación, se presentan los índices de valor de importancia de los estratos que integran la vegetación que se desarrolla dentro de la unidad testigo (**Tablas 23, 24 y 25**).

TABLA 23. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) - ARBÓREO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	35.58	13.04	19.88	68.50
<i>Coccoloba uvifera</i>	23.08	17.39	17.70	58.17
<i>Neea psychotrioides</i>	6.73	4.35	29.33	40.41
<i>Cordia sebestena</i>	8.65	13.04	5.26	26.96
<i>Cocos nucifera</i>	6.73	8.70	8.82	24.24
<i>Pithecellobium keyense</i>	4.81	8.70	8.89	22.40
<i>Bumelia retusa</i>	2.88	13.04	1.88	17.81
<i>Metopium brownei</i>	4.81	8.70	2.69	16.19
<i>Bursera simaruba</i>	2.88	8.70	3.43	15.01
<i>Pouteria campechiana</i>	3.85	4.35	2.12	10.31
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

Conforme a los datos presentados en la tabla que antecede, en el estrato arbóreo de la vegetación presente dentro de la unidad testigo; destacan tres especies como las más importantes, por obtener los valores más altos, a saber: *Thrinax radiata* (chit), *Coccoloba uvifera* (uva de mar) y *Neea psychotrioides* (tadzi), con **IVI** de **68.50**, **58.17** y **40.41**, respectivamente.

TABLA 24. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) - ARBUSTIVO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	42.11	19.05	58.41	119.56
<i>Pithecellobium keyense</i>	21.93	19.05	20.35	61.33
<i>Cordia sebestena</i>	7.02	14.29	2.24	23.54
<i>Neea psychotrioides</i>	8.77	4.76	3.20	16.74
<i>Coccoloba uvifera</i>	4.39	4.76	5.50	14.65
<i>Sophora tomentosa</i>	1.75	9.52	1.09	12.37
<i>Coccothrinax readii</i>	4.39	4.76	2.85	11.99
<i>Bumelia retusa</i>	3.51	4.76	3.61	11.88
<i>Chrysobalanus icaco</i>	2.63	4.76	0.85	8.24
<i>Bursera simaruba</i>	1.75	4.76	0.66	7.18
<i>Metopium brownei</i>	0.88	4.76	1.05	6.69
<i>Suriana maritima</i>	0.88	4.76	0.19	5.83
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

De los datos presentados en la tabla que antecede, se determina que en el estrato arbustivo en la vegetación presente dentro de la unidad testigo, destacan 3 especies como las más importantes, a saber: *Thrinax radiata* (palma chit), *Pithecellobium keyense* (tziwche) y *Cordia sebestena* (siricote de playa) por lo que se trata de las especies más importante en este estrato, con valores de IVI de **119.56**, **61.33** y **23.54**, respectivamente.

TABLA 25. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) - HERBÁCEO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	42.09	6.45	32.68	81.22
<i>Pithecellobium keyense</i>	13.61	6.45	21.23	41.29
<i>Coccoloba uvifera</i>	3.16	6.45	9.67	19.28

TABLA 25. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) - HERBÁCEO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Ernodea littoralis</i>	5.38	6.45	6.01	17.84
<i>Hymenocallis littoralis</i>	4.11	6.45	5.52	16.09
<i>Lantana camara</i>	4.11	6.45	4.45	15.01
<i>Coccothrinax readii</i>	3.48	6.45	3.44	13.37
<i>Cenchrus echinatus</i>	3.16	6.45	2.86	12.48
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	3.16	6.45	2.83	12.44
<i>Sporobolus virginicus</i>	3.48	4.84	2.53	10.85
<i>Cakile lanceolata</i>	4.11	4.84	1.67	10.62
<i>Ambrosia hispida</i>	2.22	6.45	1.06	9.73
<i>Chamaesyce barbicularina</i>	1.58	6.45	1.15	9.18
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1.90	4.84	0.81	7.55
<i>Argusia gnaphalodes</i>	1.58	4.84	1.11	7.53
<i>Erithalis fruticosa</i>	0.95	4.84	1.59	7.38
<i>Cladium jamaicense</i>	1.27	3.23	1.07	5.57
<i>Flaveria linearis</i>	0.63	1.61	0.33	2.57
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

Finalmente tenemos que, a nivel del estrato herbáceo, la vegetación presente dentro de la unidad testigo se compone de 18 especies dentro de las cuales sobresalen 3 considerando el valor de IVI obtenido por las mismas, en un rango de 19 a 82 puntos, a saber: *Thrinax radiata* (chit), *Pithecellobium keyense* (tziwche) y *Coccoloba uvifera* (uva de mar), con **IVI** de **81.22**, **41.29** y **19.28**, respectivamente.

a.2. Índice de diversidad para la vegetación presente en la unidad testigo

Para estimar la biodiversidad de la flora presente en el predio testigo, conforme a los datos de abundancia relativa obtenidos por cada especie y por cada estrato de la vegetación, se utilizó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949).

Este índice considera los individuos que se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, considerando que todas las especies están representadas en la muestra.

En un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar, provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

En cuanto a la base del logaritmo usado, puede ser decimal (\log_{10}), natural (\log_e) o binaria (\log_2). Aunque la última sea la más común, no hay ventajas en el uso de una u otra. Entonces se puede utilizar las tres, pues todas son consistentes (Barros, 1986), desde que los cálculos sean desarrollados con una única base. Los resultados son llamados respectivamente de: dígitos decimales (decits), dígitos naturales (nits), y dígitos binarios (bits)¹⁵.

Para el presente estudio se optó por utilizar el logaritmo decimal (\log_{10}), ya que en nuestra experiencia ha ofrecido resultados más confiables en la aplicación del índice de Shannon – Wiener (1949). Los resultados se expresan en decits/ind, y se calculan a partir de:

¹⁵ DANIEL, O. Subsidios al uso del índice de diversidad de shannon. In: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 1, Valdivia-Chile, 1998. Anais... IUFRO, Tem, CD-ROM.

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

Donde:

S = número total de especies.

($\sum_i = 1$) = número total de individuos.

P_i = abundancia relativa de la especie i.

ln P_i = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

El valor máximo de este índice suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

A continuación, se presentan el cálculo del índice de diversidad de las especies de flora presentes en el ecosistema estudiado, con base en el índice de Shannon – Wiener (1949), obtenido a través de la abundancia de individuos registrados en el polígono utilizado como unidad testigo (**Tablas 26, 27 y 28**).

TABLA 26. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO ARBÓREO)				
ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Bumelia retusa</i>	3	0.029	-1.54	-0.044
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.029	-1.54	-0.044
<i>Coccoloba uvifera</i>	24	0.231	-0.64	-0.147
<i>Cocos nucifera</i>	7	0.067	-1.17	-0.079
<i>Cordia sebestena</i>	9	0.087	-1.06	-0.092
<i>Metopium brownei</i>	5	0.048	-1.32	-0.063
<i>Neea psychotrioides</i>	7	0.067	-1.17	-0.079
<i>Pithecellobium keyense</i>	5	0.048	-1.32	-0.063
<i>Pouteria campechiana</i>	4	0.038	-1.41	-0.054
<i>Thrinax radiata</i>	37	0.356	-0.45	-0.160
$\sum_i = 1$	104	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.83 decits/ind

TABLA 27. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO ARBUSTIVO)				
ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Bumelia retusa</i>	4	0.035	-1.45	-0.051
<i>Bursera simaruba</i>	2	0.018	-1.76	-0.031
<i>Chrysobalanus icaco</i>	3	0.026	-1.58	-0.042
<i>Coccoloba uvifera</i>	5	0.044	-1.36	-0.060
<i>Coccothrinax readii</i>	5	0.044	-1.36	-0.060
<i>Cordia sebestena</i>	8	0.070	-1.15	-0.081
<i>Metopium brownei</i>	1	0.009	-2.06	-0.018
<i>Neea psychotrioides</i>	10	0.088	-1.06	-0.093
<i>Pithecellobium keyense</i>	25	0.219	-0.66	-0.145
<i>Sophora tomentosa</i>	2	0.018	-1.76	-0.031
<i>Suriana maritima</i>	1	0.009	-2.06	-0.018
<i>Thrinax radiata</i>	48	0.421	-0.38	-0.158
Σ_i = 1	114	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.79 decits/ind

TABLA 28. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO HERBÁCEO)				
ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Ambrosia hispida</i>	7	0.022	-1.65	-0.037
<i>Argusia gnaphalodes</i>	5	0.016	-1.80	-0.028
<i>Cakile lanceolata</i>	13	0.041	-1.39	-0.057
<i>Cenchrus echinatus</i>	10	0.032	-1.50	-0.047
<i>Chamaesyce barbicularina</i>	5	0.016	-1.80	-0.028
<i>Cladium jamaicense</i>	4	0.013	-1.90	-0.024
<i>Coccoloba uvifera</i>	10	0.032	-1.50	-0.047
<i>Coccothrinax readii</i>	11	0.035	-1.46	-0.051
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	6	0.019	-1.72	-0.033
<i>Erithalis fruticosa</i>	3	0.009	-2.02	-0.019
<i>Ernodea littoralis</i>	17	0.054	-1.27	-0.068
<i>Flaveria linearis</i>	2	0.006	-2.20	-0.014
<i>Hymenocallis littoralis</i>	13	0.041	-1.39	-0.057
<i>Lantana camara</i>	13	0.041	-1.39	-0.057
<i>Pithecellobium keyense</i>	43	0.136	-0.87	-0.118
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	10	0.032	-1.50	-0.047
<i>Sporobolus virginicus</i>	11	0.035	-1.46	-0.051
<i>Thrinax radiata</i>	133	0.421	-0.38	-0.158
Σ_i = 1	316	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.94 decits/ind

Como se puede observar en los datos de las tablas anteriores, la vegetación que existe dentro de la unidad testigo, en representación del sistema ambiental, ostenta una diversidad baja en cuanto a especies de flora se refiere, pues considerando todos los estratos de la vegetación se alcanza un valor promedio de **H=0.85 decits/ind**, siendo el estrato herbáceo el que alcanzo el mayor valor con **0.94 decits/ind**. Lo anterior, tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

b. Fauna presente a nivel del sistema ambiental (unidad testigo)

Para estimar los índices de diversidad de la fauna presente en la unidad testigo del sistema ambiental, se utilizaron los resultados presentados en el Documento Técnico Unificado denominado “Casa Fin del Cielo”, el cual se realizó en la misma zona en donde se ubica el área de estudio de interés, y en los mismos ecosistemas presentes; lo cual fue complementado con recorridos a pie realizados a lo largo del camino costero antiguo existente en el sistema ambiental, a manera de transecto. A continuación, se describe el inventario faunístico realizado, así como los resultados obtenidos del mismo, conforme a lo siguiente:

b.1. Resultados del inventario (composición de especies)

En las **Tablas 29, 30, 31 y 32**, se presentan los listados de las especies de fauna asociadas al ecosistema en estudio y que fueron registradas para dentro del área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera de Sian Ka’an, toda vez que debido a su capacidad de libre desplazamiento, pueden incidir dentro del sistema ambiental.

TABLA 29. LISTADO DE AVES

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Guaco
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X'takay
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojrojo
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño

TABLA 30. LISTADO DE REPTILES

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon corais</i>	Culebra índigo
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva
Squamata	Teiidae	<i>Aspiloscelis angusticeps</i>	Huico yucateco
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel

TABLA 31. LISTADO DE MAMÍFEROS

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris

TABLA 32. LISTADO DE ANFIBIOS			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anura	Bufoidea	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero

De acuerdo con los datos presentados en las tablas que anteceden, al interior del sistema ambiental, es posible la incidencia de 27 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 14 especies distribuidas en 6 órdenes y 11 familias. Seguido en orden de importancia está el grupo de los reptiles representados por 7 especies distribuidas en 1 orden y 5 familias; los mamíferos con 6 especies en 4 órdenes y 5 familias; y por último tenemos al grupo de los anfibios con 1 especie distribuida en 1 orden y 1 familia.

En las **Figuras 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38** se muestran algunos ejemplares registrados dentro del ANP Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, y que pueden incidir en el sistema ambiental.



Figura 31. *Herpetotheres cachinnans* (guaco).



Figura 32. *Drymarchon corais* (culebra índigo).



Figura 33. *Aspidoscelis angusticeps* (huico yucateco).



Figura 34. *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca).

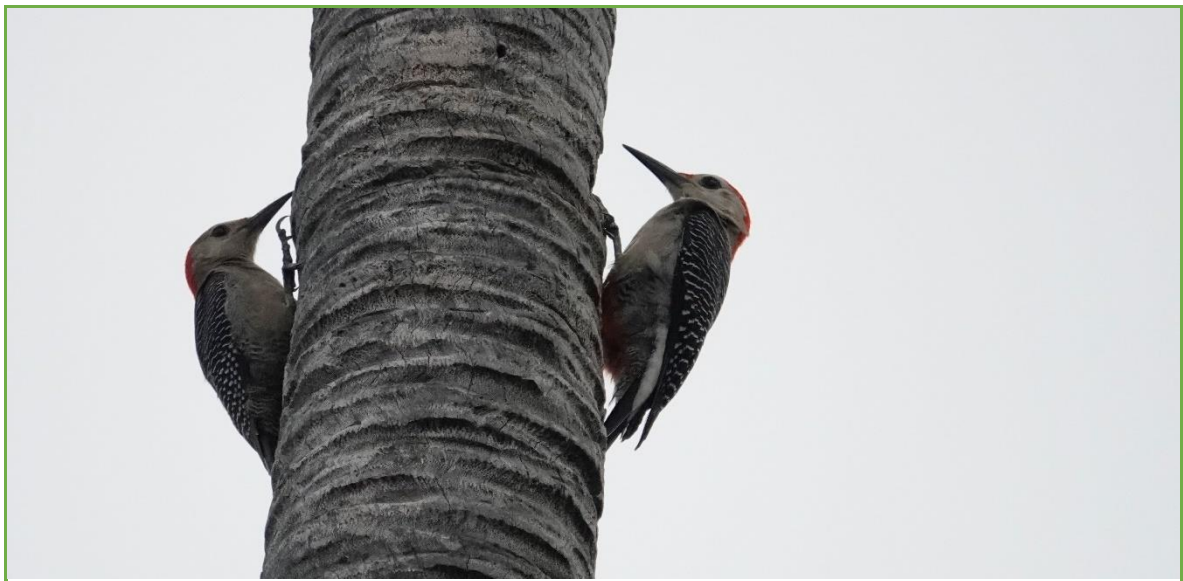


Figura 35. *Melanerpes aurifrons* (carpintero).



Figura 36. *Pandion haliaetus* (carpintero).



Figura 37. *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris).



Figura 38. *Ctenosaura similis* (iguana gris).

b.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (unidad testigo)

En la **Tabla 33**, se presenta el listado de las especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que fueron registradas en la unidad testigo.

TABLA 33. ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Protección especial
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Protección especial

b.3. Índice de diversidad de fauna (sistema ambiental)

En las **Tablas 34, 35, 36 y 37**, se presentan los índices de diversidad calculados para los grupos faunísticos identificados dentro del sistema ambiental, conforme a la misma metodología descrita en el apartado **a.7** de este capítulo.

TABLA 34. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVES

ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Columbina passerina</i>	5	0.106	-0.97	-0.104
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.021	-1.67	-0.036
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	0.021	-1.67	-0.036
<i>Icterus auratus</i>	5	0.106	-0.97	-0.104
<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	0.085	-1.07	-0.091
<i>Mimus gilvus</i>	11	0.234	-0.63	-0.148
<i>Ortalis vetula</i>	4	0.085	-1.07	-0.091
<i>Pandion haliaetus</i>	2	0.043	-1.37	-0.058
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	0.043	-1.37	-0.058
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	0.064	-1.19	-0.076
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	3	0.064	-1.19	-0.076
<i>Thryothorus maculipectus</i>	2	0.043	-1.37	-0.058
<i>Vireo olivaceus</i>	1	0.021	-1.67	-0.036
<i>Vireo pallens</i>	3	0.064	-1.19	-0.076
$\sum_{i=1}$	47	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		1.05 decits/ind

TABLA 35. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE REPTILES

ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Ameiva undulata</i>	2	0.071	-1.15	-0.082
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	5	0.179	-0.75	-0.134
<i>Basiliscus vittatus</i>	8	0.286	-0.54	-0.155
<i>Ctenosaura similis</i>	5	0.179	-0.75	-0.134
<i>Drymarchon corais</i>	1	0.036	-1.45	-0.052
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	0.107	-0.97	-0.104
<i>Sceloporus cozumelae</i>	4	0.143	-0.85	-0.121
$\sum_{i=1}$	28	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.78 decits/ind

TABLA 36. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS

ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Didelphis virginiana</i>	3	0.107	-0.97	-0.104
<i>Nasua narica</i>	8	0.286	-0.54	-0.155
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	0.036	-1.45	-0.052
<i>Procyon lotor</i>	11	0.393	-0.41	-0.159

TABLA 36. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS				
ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Sciurus yucatanensis</i>	3	0.107	-0.97	-0.104
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.071	-1.15	-0.082
	$\sum_{i=1}$	28	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	0.66 decits/ind

TABLA 37. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ANFIBIOS				
ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Incilius valliceps</i>	2	1.00	0.00	0.00
	$\sum_{i=1}$	2	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	0.00 decits/ind

Como se puede observar en los datos de las tablas que anteceden, la fauna asociada al ecosistema presente dentro del sistema ambiental, ostenta una baja diversidad en cuanto a especies de fauna se refiere, pues el valor promedio alcanzado por los 4 grupos estudiados es de **H=0.62 decits/ind**; siendo el grupo de las aves el que alcanza el valor más alto del índice de Shannon – Wiener (1949) con **H=1.05 decits/ind**; tomando en cuenta que de acuerdo con dicho índice, el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice indica una mayor diversidad del ecosistema. En el caso del grupo de los anfibios, dado que sólo se identificó una especie, entonces el valor de **H=0.00 decits/ind**.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PREDIO

4.3.1. Medio abiótico

a) Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen (modificado por García), el tipo climático existente dentro de la zona en la que se ubica el predio del proyecto es Aw2(x') cálido subhúmedo, con lluvias en invierno (ver plano de la página siguiente). Temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

b) Precipitación media anual

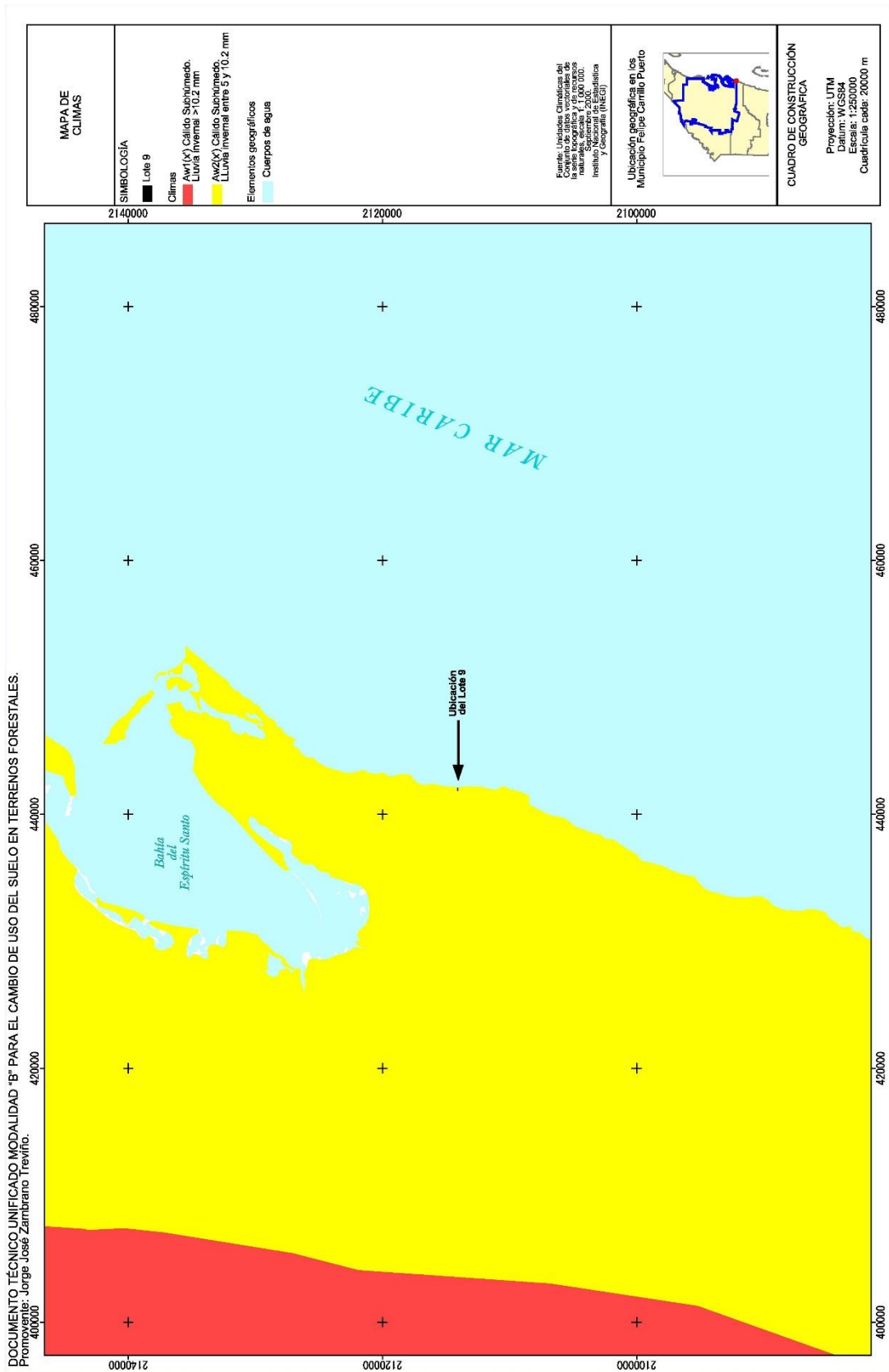
Con base en la carta de precipitación media anual del INEGI, se tiene que el predio forestal en estudio se ubica dentro de una zona que presenta una precipitación media anual es de 1,500 mm (ver plano de la página 316).

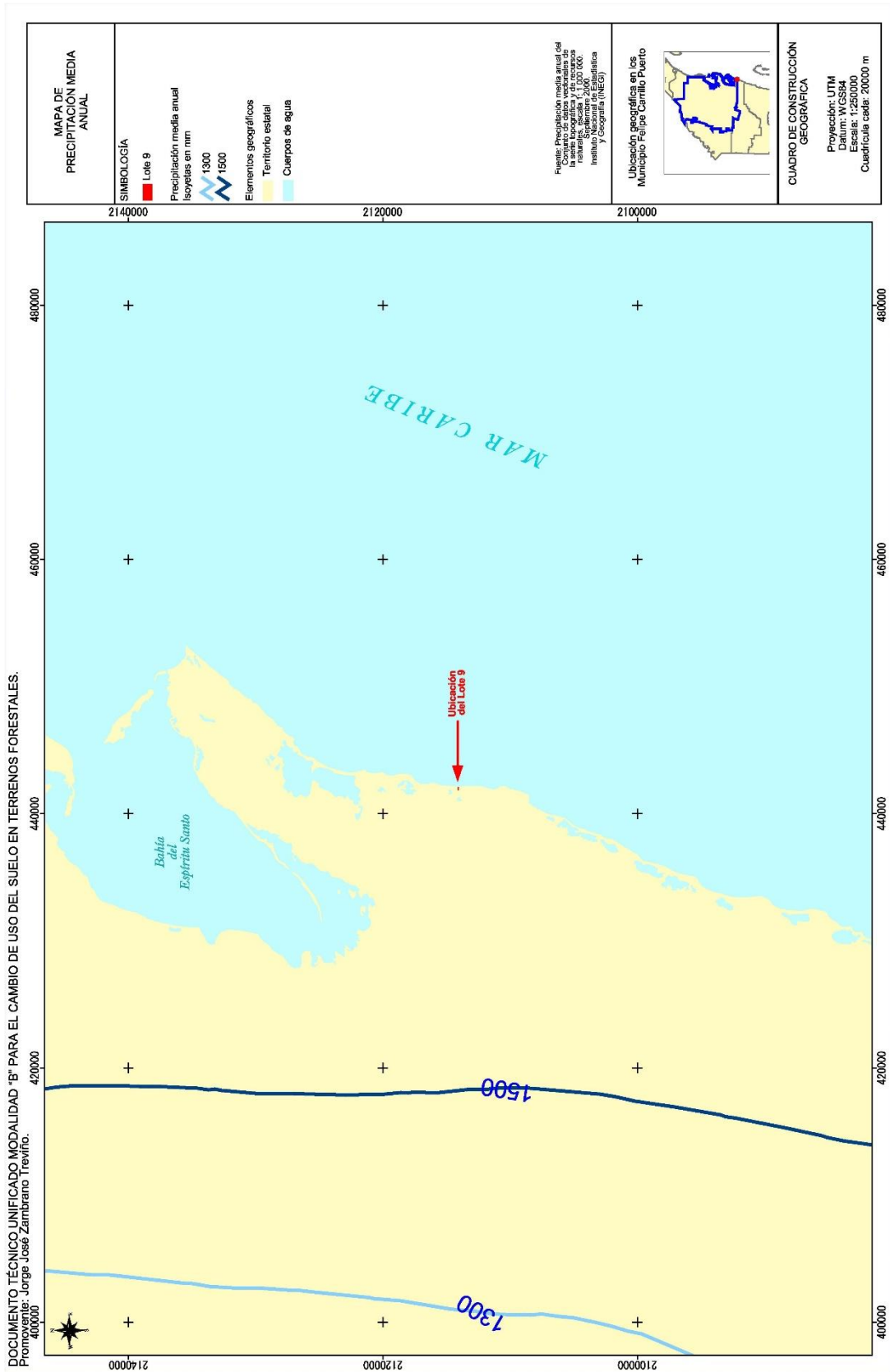
c) Fisiografía

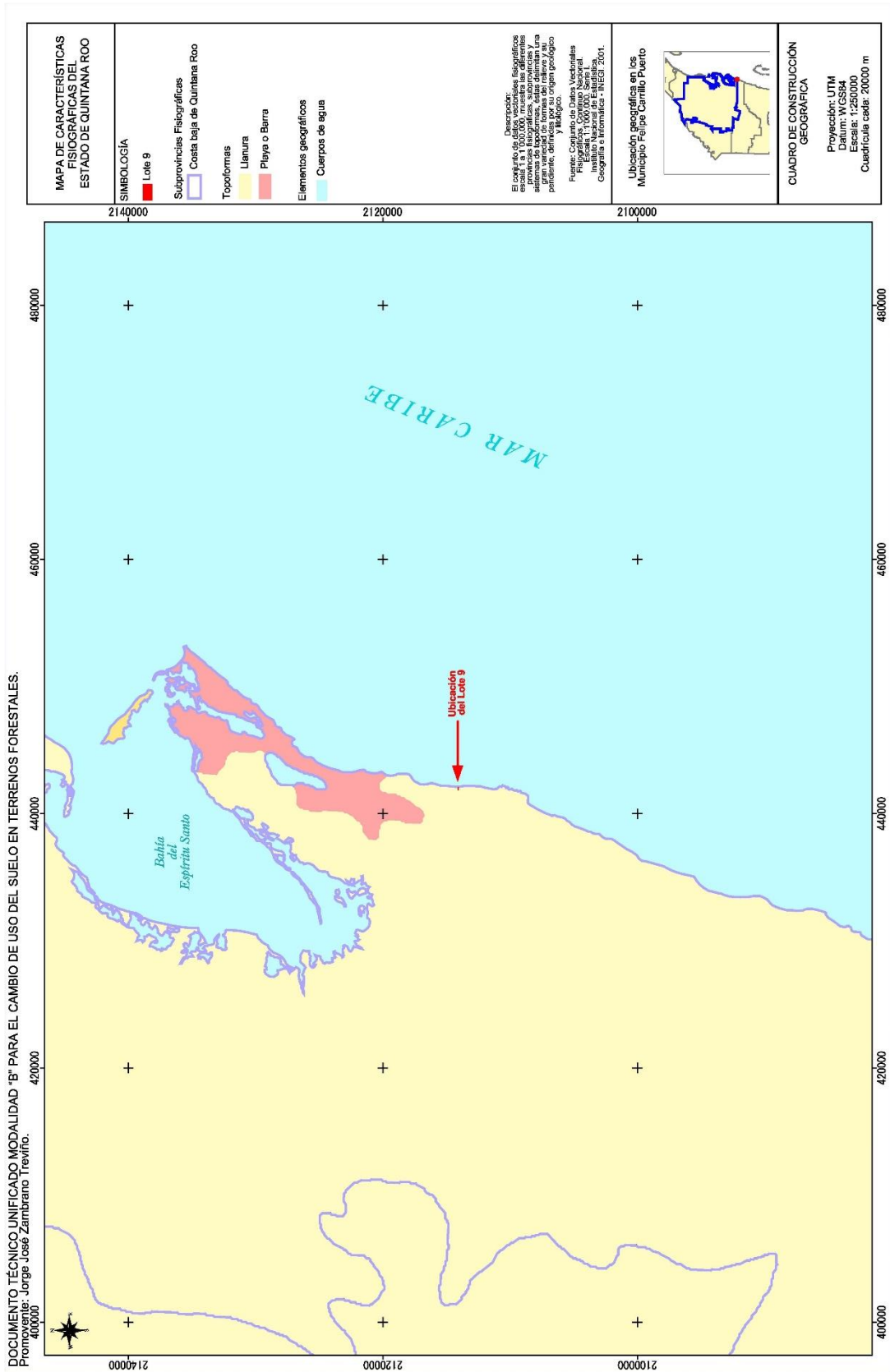
El sistema ambiental se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán y en la subprovincia fisiográfica Costa Baja de Quintana Roo, y, por ende, el predio del proyecto se alberga en ambos sistemas fisiográficos (ver plano de la página 317).

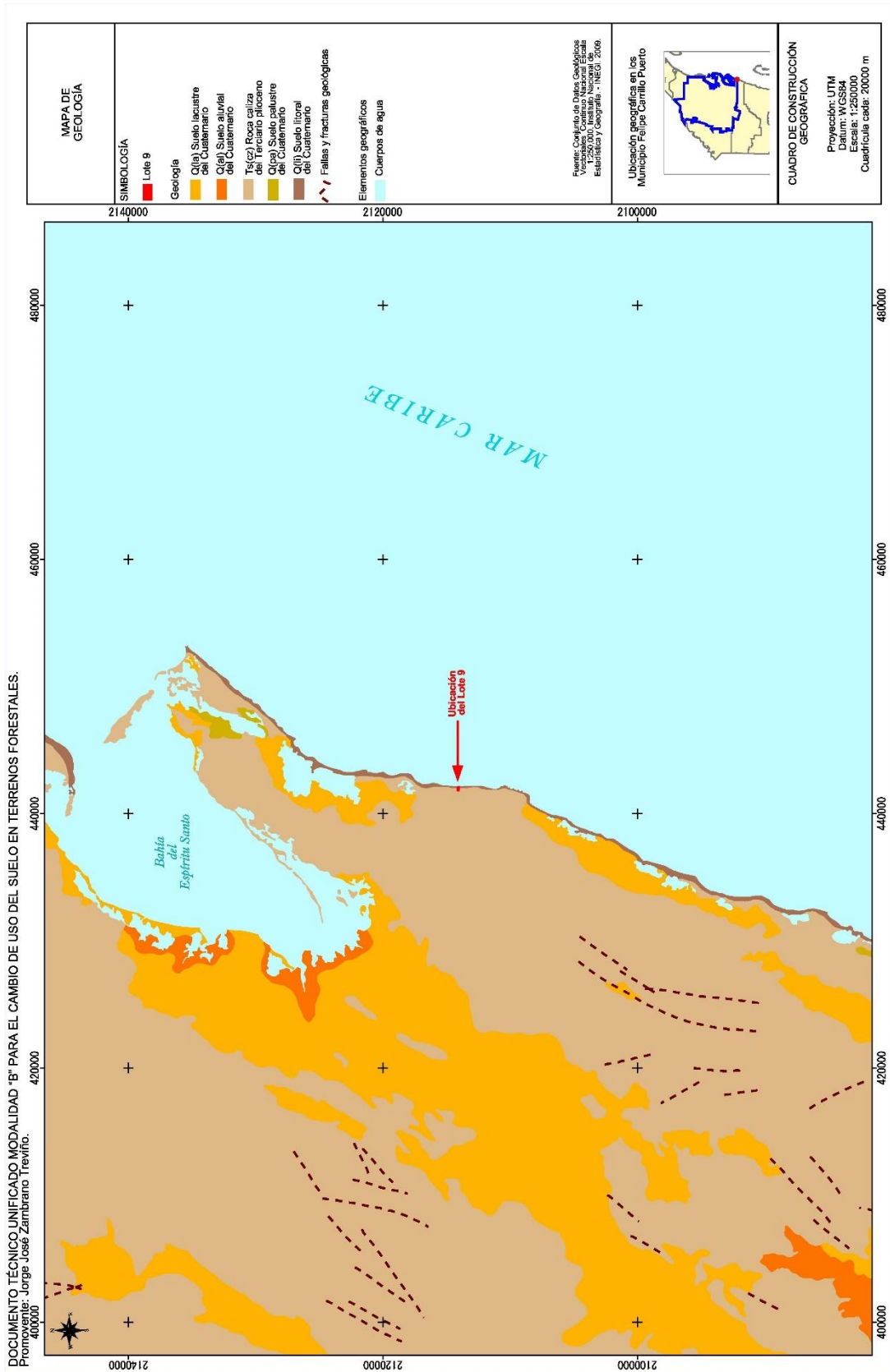
d) Geología

El predio se ubica dentro del sistema geológico **Q(s)** que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas (ver plano de la página 318).









e) Edafología

Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1:50000, Serie II del INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, se advierte que el terreno forestal se encuentra en una zona con presencia de Arenosol como se observa en el plano de la página siguiente.

f) Hidrología superficial

El predio se ubica en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0.5 a 10% de acuerdo con la carta de Hidrología superficial del INEGI (ver plano de la página 321).

a) Hidrología subterránea

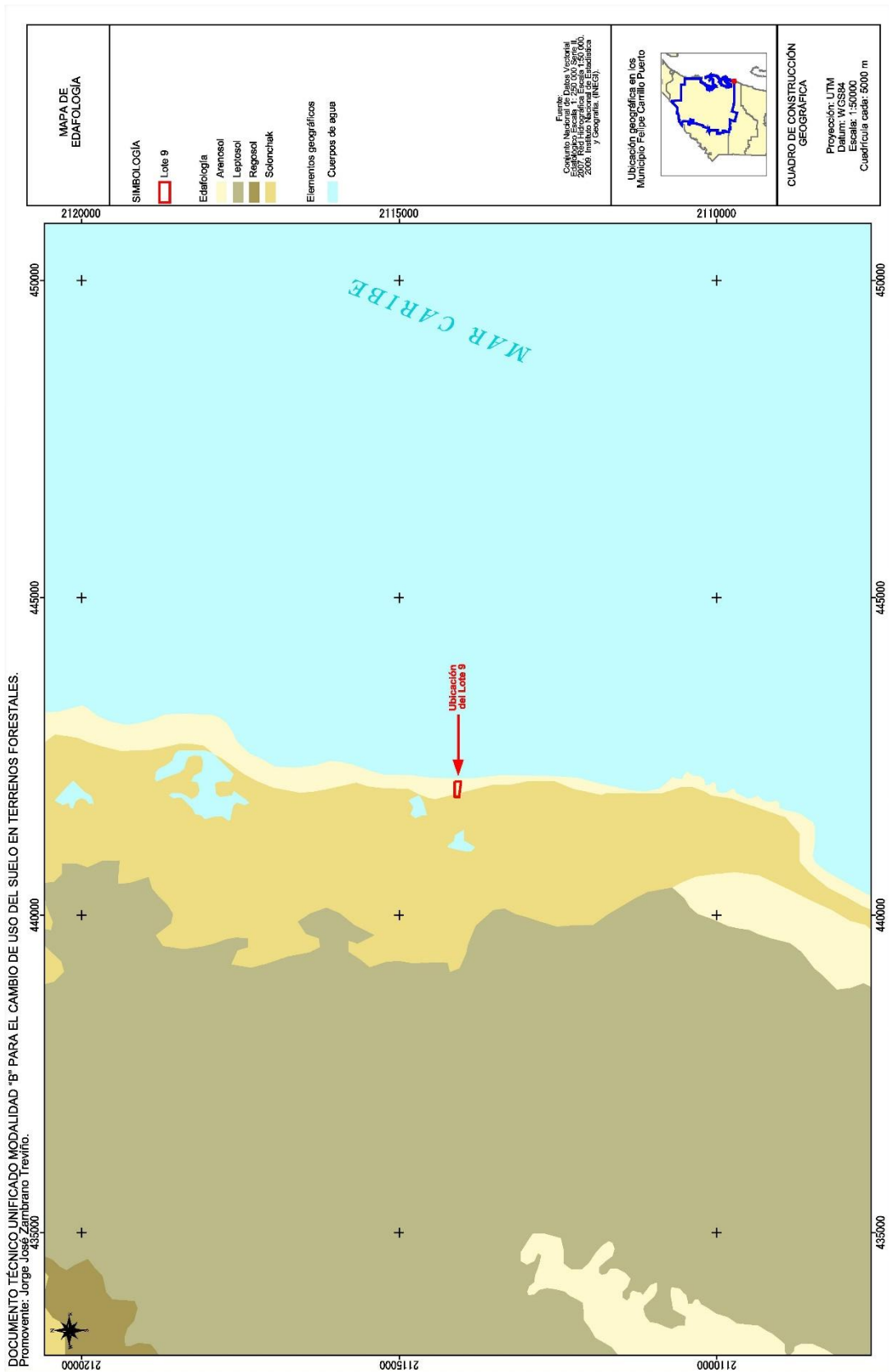
El predio se ubica en una zona que presenta material consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (ver plano de la página 322).

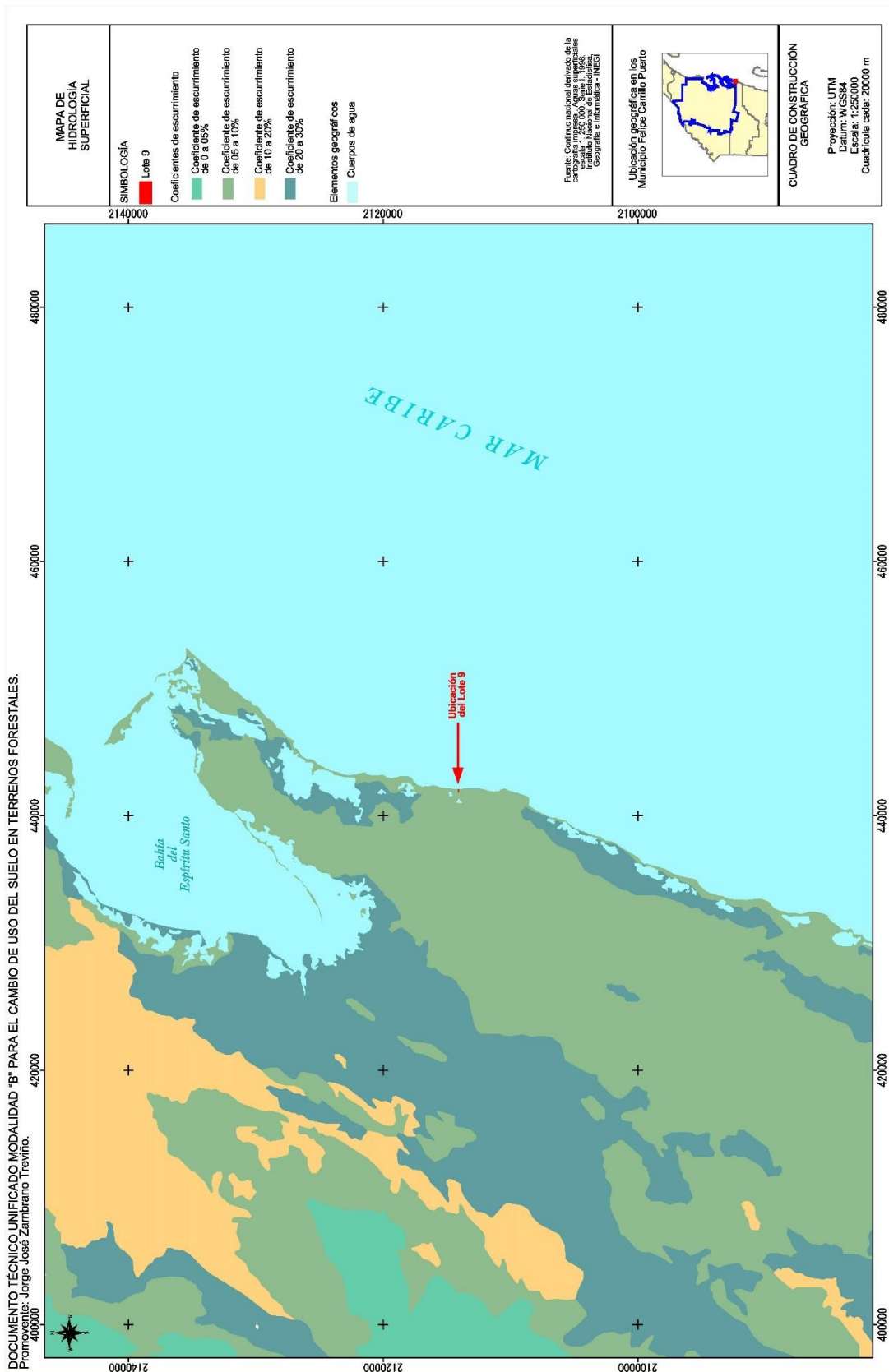
4.3.2. Medio biótico

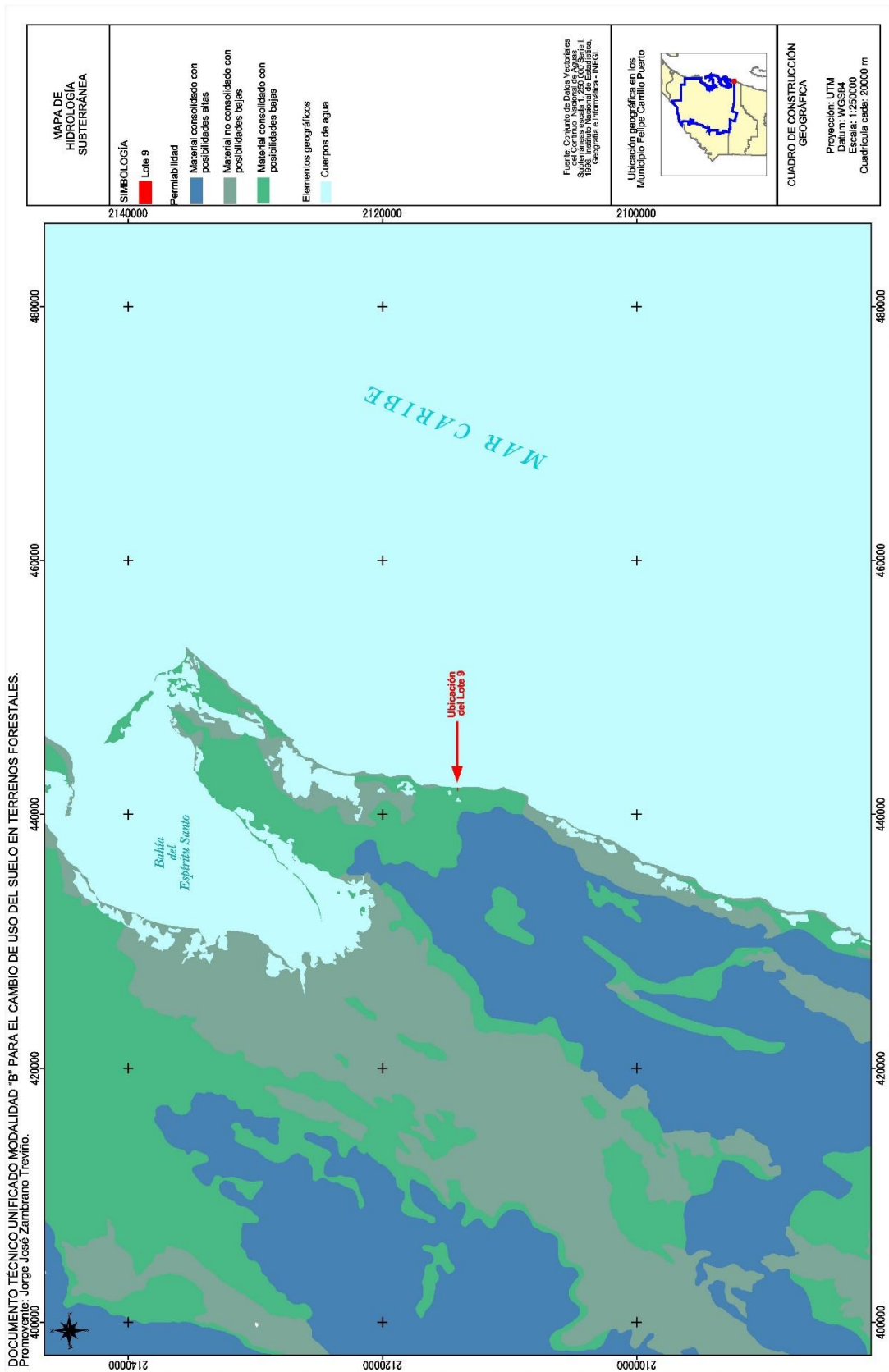
a. Flora

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Serie VI, escala 1:250000), el predio del proyecto se ubica en una zona con presencia de Duna costera y Manglar, tal como puede observarse en el plano de la página 323; este dato es consistente con el tipo de vegetación registrado al interior del terreno forestal y de la superficie de cambio de uso del suelo.

Continúa en la página 328.





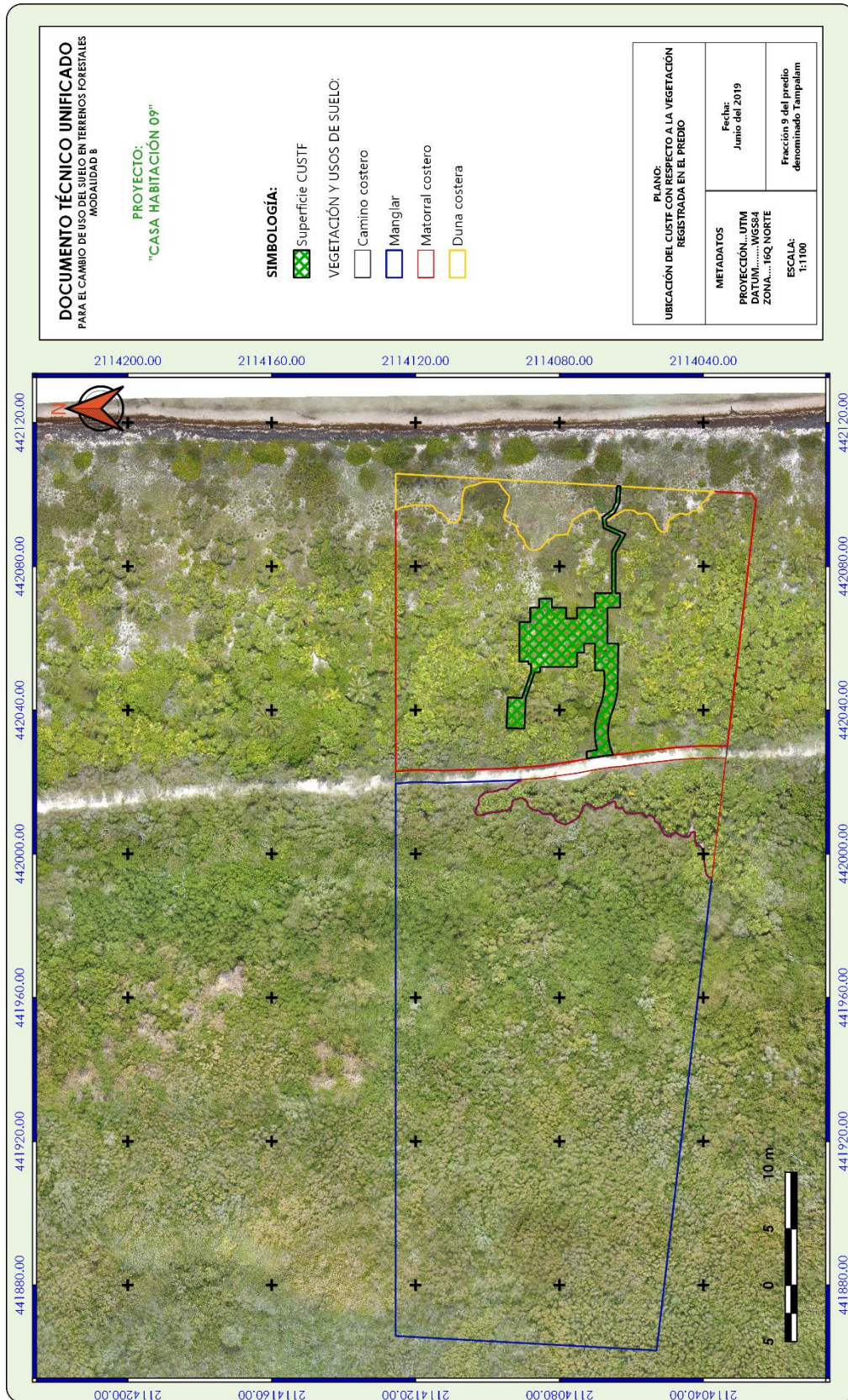


Para corroborar lo señalado en el párrafo que antecede, se procedió a realizar un sobre vuelo en la zona, utilizando un vehículo aéreo no tripulado (dron), para determinar los tipos de vegetación presentes en el predio y dentro de la superficie de CUSTF, pudiendo constatar que al interior del terreno forestal en estudio, efectivamente se desarrollan 2 tipos de vegetación, de acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación del INEGI, a saber: manglar (**VM**) y duna costera (**VU**); sin embargo, la duna costera se puede diferenciar claramente en dos ecosistemas independientes como son: matorral costero (**MC**) y duna costera (propriadamente dicho); además de observar áreas sin vegetación aparente (**SVA**), que corresponden al antiguo camino costero que se distribuye en la zona (ver plano de la página siguiente), como se indica en la **Tabla 38**.

TABLA 38. VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO EN EL PREDIO					
DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE MANEJO DEL ANP			CLASIFICACIÓN DEL INEGI		
TIPOS	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)	TIPOS	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
VM	12,120.838	58.40	VM	12,120.838	58.40
VU	779.333	3.75	VU	8,320.056	40.09
MC	7,540.723	36.33			
SVA	314.357	1.51	SVA	314.357	1.51
Total	20,755.25	100.00	Total	20,755.25	100.00

Conforme a los datos presentados en la tabla que antecede, se puede determinar que el tipo de vegetación predominante en el predio del proyecto es el Manglar; en tanto que el tipo de vegetación por afectar con el cambio de uso del suelo corresponde a Matorral costero (duna costera de acuerdo con el INEGI), como puede observarse en el plano de la página 330.





En este punto es importante aclarar que el Matorral costero es un tipo de vegetación reconocido con distribución dentro de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, el cual está presente dentro del predio del proyecto; en tanto que no es reconocido por el INEGI como un tipo de vegetación específico, pues lo incluye dentro de la clasificación de “Vegetación de dunas costeras”; sin embargo, por las características que este presenta dentro del predio, es posible diferenciarlo de la duna costera propiamente dicha, pues esta última está representada en su mayoría por especies herbáceas de hábitos rastreros y especies arbustivas de porte bajo, condición muy diferente a la observada en el matorral, ampliamente extendido en el predio, pues ostenta una predominancia de la palmas de gran altura, con especies arbustivas extensamente ramificadas, por lo que se trata de un ecosistema consolidado, en tanto que la duna está sujeta a cambio en su estructura por la erosión y acreción que originan la marea y el viento, un proceso natural propio de las dunas costeras.

Aclarado lo anterior, se determina que el cambio de uso del suelo sólo afectará vegetación de Matorral costero (dunas costeras, de acuerdo con el INEGI).

También se puede observar que la vegetación de manglar al interior del predio, está representada por ejemplares de porte alto de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), de manera colindante al antiguo camino costero; en tanto que la zona más cercana a la laguna, presenta asociaciones de manglar rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y en menor medida mangle negro (*Avicennia germinans*), por lo que conforman una masa vegetal o ecosistema propiamente dicho.

Destaca la presencia de áreas sin vegetación aparente, que corresponden al antiguo camino costero que se distribuye a lo largo de toda la zona, que fue creado en tiempos remotos y que son ajenos al proyecto.

En las **Figuras 39, 40, 41 y 42** se observan las condiciones ambientales de los tipos de vegetación y usos de suelo identificados al interior del predio.



Figura 39. Vista panorámica de la duna costera.



Figura 40. Matorral costero.



Figura 41. Antiguo camino costero sin vegetación aparente.



Figura 42. Áreas de manglar ubicadas al Oeste del camino costero.

Conforme a lo señalado con antelación, se determina que el parte aguas de la duna costera, lo constituye el matorral costero hacia el continente; y el litoral rocoso, hacia el área marina.

4.4. CONDICIONES DE FLORA Y FAUNA DE LA SUPERFICIE DE CUSTF

A continuación, se describen las condiciones ambientales registradas al interior de la superficie de aprovechamiento proyecta.

4.4.1. Inventario de flora silvestre

Una de las primeras actividades realizadas durante la toma de datos en campo para el inventario de flora silvestre en la superficie de CUSTF, consistió en identificar los límites del predio y de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS; una vez corroborado dichos datos se procedió a delimitar los tipos de vegetación mediante técnicas de fotogrametría, a partir de fotografía aéreas obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado (dron), obteniendo como resultado que la vegetación se distribuye en la zona donde será desplantada la vivienda, corresponde a Matorral costero (duna costera de acuerdo con la clasificación del INEGI).

Mediante esa imagen aérea, también se puede determinar que al interior de la superficie de CUSTF, el matorral costero se encuentra compuesto por especies arbustivas, y en gran parte de su superficie por palma chit (*Thrinax radiata*); además de áreas con escasa vegetación que dejan ver claros con suelo desnudo.

En el plano de la página siguiente se puede observar la cobertura vegetal identificada al interior de la superficie de CUSTF.

4.4.2. Diseño del muestreo

Una vez definida la poligonal de la superficie de cambio de uso del suelo, se procedió a realizar el inventario forestal, con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación. Para esto se realizó un muestreo a través de un censo poblacional, dado que la superficie es pequeña, lo que permite reducir el esfuerzo de muestreo, haciendo posible estudiar toda la población.

En el censo se incluyeron todos los individuos arbóreos y arbustivos con Diámetro a la Altura del Pecho tomado a 1.30 metros del suelo; así como los ejemplares herbáceos presentes.

Una vez llevado a cabo el inventario, se procedió a realizar un trabajo de gabinete en el que se determinaron las características dasométricas de los estratos que integran la vegetación del predio; así como las especies de flora que componen la misma. En las **Figuras 43, 44, 45 y 46** se muestran las actividades realizadas durante el inventario forestal.

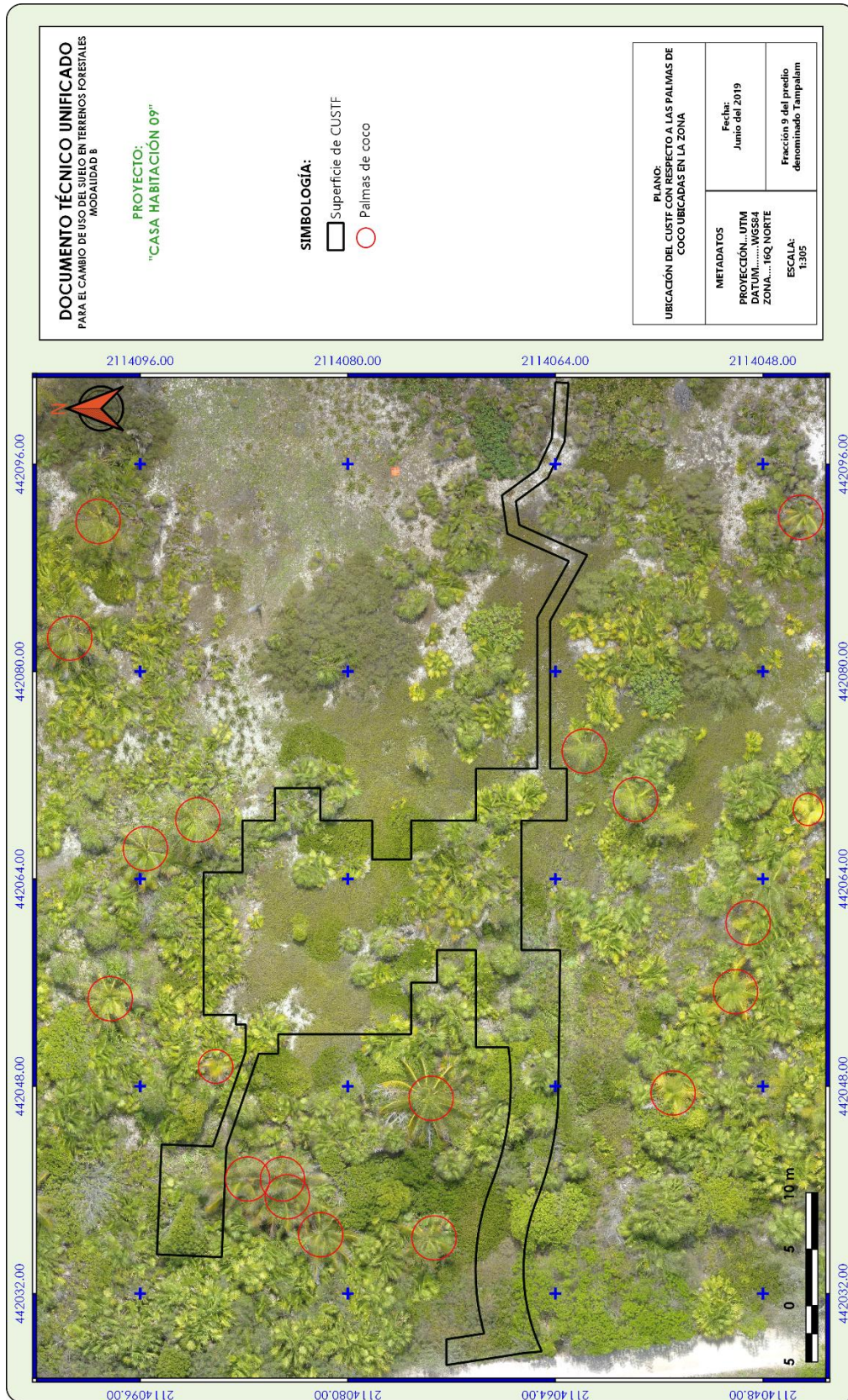




Figura 43. Delimitación de la superficie de CUSTF para el censo.



Figura 44. Levantamiento de datos en campo durante el censo.



Figura 45. Medición de altura y cobertura del estrato herbáceo.



Figura 46. Otras actividades realizadas durante el censo.

4.4.3. Condiciones de la vegetación

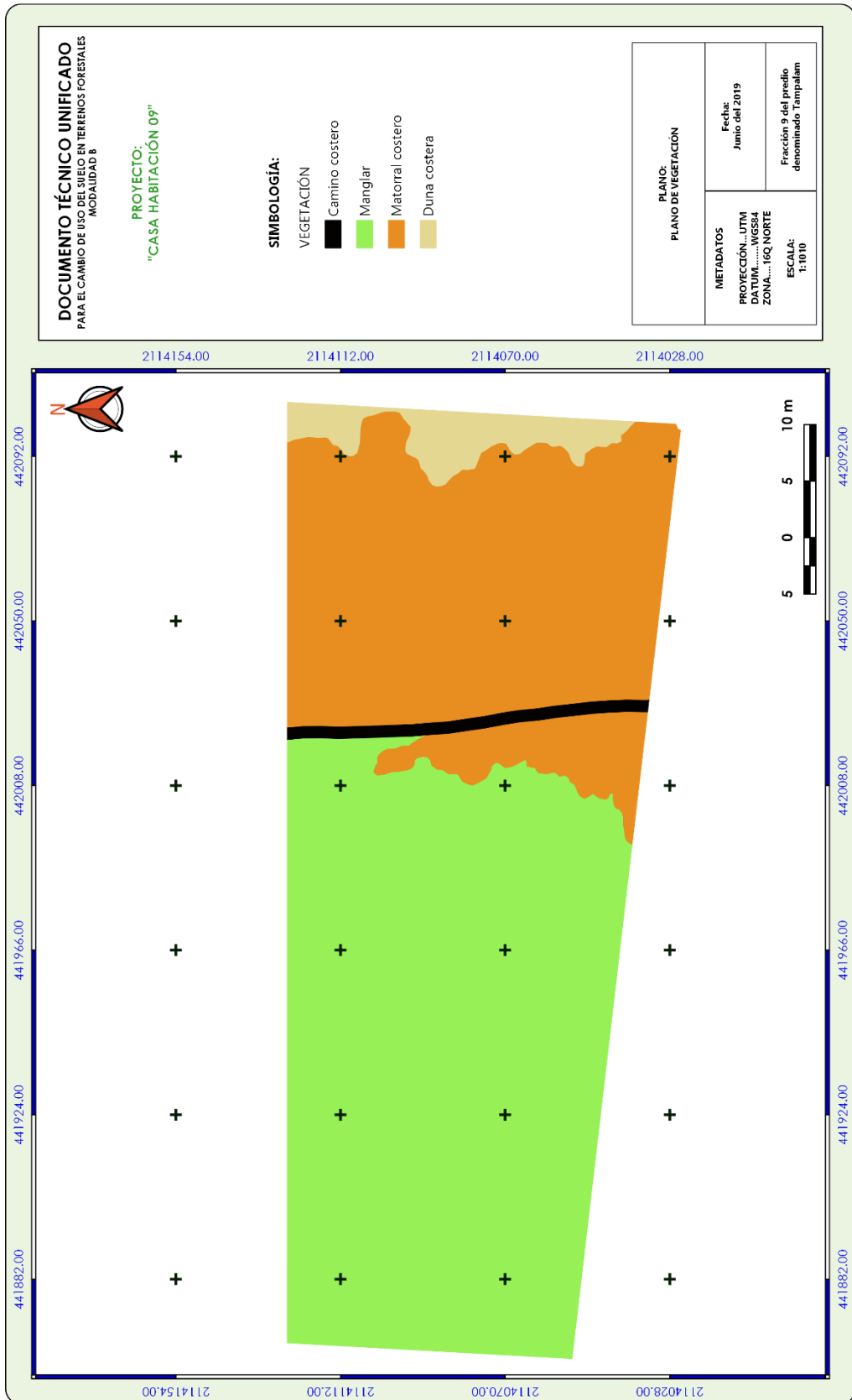
La vegetación que se desarrolla al interior de la superficie de aprovechamiento, se encuentra en buen estado de conservación, pues se trata de un matorral costero en donde predomina la palma chit y especies arbustivas extensamente ramificadas desde la base. Aun cuando las especies arbustivas y palmas son abundantes, la riqueza específica de especies, es baja. El dosel es abierto cubierto principalmente por hojas de palma.

4.4.4. Descripción fisonómica de la vegetación

De acuerdo con el estudio realizado en campo, y conforme al análisis realizado en gabinete, se determinó que la vegetación existente en la superficie de cambio de uso de suelo, corresponde a Matorral costero, como se observa en el plano de vegetación de la página siguiente.

La comunidad vegetal identificada presenta tres estratos en su estructura vertical, a saber: estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; siendo el estrato arbustivo el que se observa mejor representado, con una estructura mejor definida que el estrato superior e inferior; aunque con la presencia de arbustos muy delgados y extensamente ramificados desde la base, así como la predominancia de ciertas especies. El estrato herbáceo también resulta importante en la estructura vertical, toda vez que se trata de un matorral costero colindante a la duna costera, por lo que se ve influenciado con algunas especies rastreras propias de ese ecosistema. En cuanto al estrato arbóreo, este se encuentra compuesto en forma predominante por palmas (chit principalmente). Se observa una baja tasa de regeneración natural debido a la alta competencia por el espacio. No se registraron especies epifitas. A continuación, se describen las características particulares de cada estrato.

Continúa en la página 340.



- **Estrato arbóreo.** Se encuentra conformado por ejemplares adultos con un diámetro normal (DAP) promedio igual a 11.3 cm; representado por 3 especies; siendo la especie con mayor DAP registrado *Thrinax radiata* (palma chit) con 17 cm. La altura promedio del arbolado es de 3.67 m, siendo nuevamente el *Thrinax radiata* (palma chit) la que alcanzó la mayor altura con 6 metros, al igual que un ejemplar de *Pouteria campechiana* (canisté).
- **Estrato arbustivo.** Se encuentra conformado por ejemplares arbustivos desarrollados desde la base, por lo que no presentan diámetro normal (DAP) a la altura del pecho, ni fuste limpio. La altura promedio es de 1.94 m; siendo las palmas las que alcanzan la mayor altura y cobertura (*Thrinax radiata*).
- **Estrato herbáceo o sotobosque.** Se encuentra conformado por plantas herbáceas y plántulas de palmas. La cobertura promedio del estrato es de 29.81 cm; con predominancia de las especies *Ernodea littoralis* (enredadera de playa) *Hymenocallis littoralis* (lirio de playa). La altura promedio de la vegetación en el sotobosque es de 37.54 cm, siendo las palmas las que alcanzan la mayor altura.

4.4.5. Composición de la vegetación

a) A nivel de toda la superficie de aprovechamiento

En la **Tabla 39**, se presenta un listado de las especies registradas durante el inventario forestal, al interior de la superficie de CUSTF.

TABLA 39. LISTADO DE ESPECIES DE LA SUPERFICIE DE CUSTF			
FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Palma
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Ícaco	Arbustiva
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwché	Arbustiva
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	Enredadera de playa	Herbácea
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté	Arbórea
Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo	Arbórea

De acuerdo con el inventario forestal realizado en la superficie de aprovechamiento proyectada, se obtuvo el registro de 7 especies vegetales, distribuidas en 6 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie.

b) A nivel del estrato arbóreo

TABLA 40. LISTADO DE ESPECIES DE LA SUPERFICIE DE CUSTF - ARBÓREO			
FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma
Sapotaceae	<i>Pouterira campechiana</i>	Kanisté	Arbórea
Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo	Arbórea

De acuerdo con el censo forestal realizado en la superficie de aprovechamiento proyectada, se obtuvo el registro de 3 especies vegetales en el estrato arbóreo, distribuidas en 2 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie (**Tabla 40**).

c) A nivel del estrato arbustivo

TABLA 41. LISTADO DE ESPECIES DE LA SUPERFICIE DE CUSTF - ARBUSTIVO			
FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Ícaco	Arbustiva
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwché	Arbustiva

De acuerdo con el censo forestal realizado en la superficie de aprovechamiento proyectada, se obtuvo el registro de 3 especies vegetales en el estrato arbustivo, distribuidas en 3 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie (**Tabla 41**).

d) A nivel del estrato herbáceo

TABLA 42. LISTADO DE ESPECIES DE LA SUPERFICIE DE CUSTF			
FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Ícaco	Arbustiva
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwché	Arbustiva
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	Lengua de gallo	Herbácea

De acuerdo con el censo forestal realizado en la superficie de aprovechamiento proyectada, se obtuvo el registro de 5 especies vegetales en el estrato herbáceo, distribuidas en 5 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie (**Tabla 42**).

e) Epífitas vasculares

No se obtuvo el registro de especies pertenecientes a este grupo taxonómico.

4.4.6. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies que componen la vegetación dentro de la superficie de aprovechamiento, 1 se encuentra dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, *Thrinax radiata* (palma chit) en la categoría de amenazada (**Figura 47**).



Figura 47. Palma chit registrada en la superficie de CUSTF.

4.4.7. Índice del valor de importancia

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie registrada en la vegetación muestreada a nivel de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue ya fue descrito en el apartado 4.2.2 de este capítulo. Es un índice sintético estructural que se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = A\% + F\% + D\%$$

Donde:

IVI: índice de valor de importancia

A%: abundancia relativa

F%: frecuencia relativa

D%: dominancia relativa

En la **Tablas 43, 44 y 45**, se presentan los valores de importancia calculados para las especies registradas en los diferentes estratos identificados en la vegetación, de acuerdo con los cálculos realizados.

TABLA 43. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBÓREO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	86.79	33.33	89.91	210.04
<i>Pouteria campechiana</i>	11.32	33.33	8.43	53.08
<i>Pouteria unilocularis</i>	1.89	33.33	1.67	36.89
TOTALES	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que la especie más importantes a nivel del estrato arbóreo es *Thrinax radiata* (palma chit), con un IVI de 210.04 que supera 3 veces el valor obtenido por la segunda especie en orden de importancia que es *Pouteria campechiana* (canisté). Estos datos indican que el matorral costero presente en la superficie de aprovechamiento, ostenta una asociación *Thrinax radiata*-*Pouteria campechiana*.

TABLA 44. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBUSTIVO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	76.47	33.33	72.95	182.75

TABLA 44. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - ARBUSTIVO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Pithecellobium keyense</i>	17.65	33.33	20.97	71.95
<i>Chrysobalanus icaco</i>	5.88	33.33	6.08	45.29
TOTALES	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que el estrato arbustivo en la superficie de CUSTF, está compuesto por tres especies donde la más importante es *Thrinax radiata* (chit), con un IVI de 182.75, lo que indica que es la especie predominante en este estrato.

TABLA 45. ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (A%+F%+D%) - HERBÁCEO				
ESPECIES	A%	F%	D%	IVI
<i>Ernodea littoralis</i>	52.41	20.00	47.33	119.73
<i>Hymenocallis littoralis</i>	32.62	20.00	27.15	79.77
<i>Thrinax raidata</i>	9.63	20.00	15.41	45.03
<i>Pithecellobium keyense</i>	3.74	20.00	9.04	32.78
<i>Chrysobalanus icaco</i>	1.60	20.00	1.08	22.68
TOTALES	100.00	100.00	100.00	300.00

Conforme a la tabla que antecede, se observa que las tres especies más importantes a nivel del estrato herbáceo son *Ernodea littoralis* (enredadera de playa), *Hymenocallis littoralis* (lirio de playa) y *Thrinax raidata* (palma chit), con un IVI de 119.73, 79.77 y 45.03, respectivamente. Estos datos indican que la especie *Ernodea littoralis* es la que predomina en este estrato.

4.4.8. Índice de diversidad

Para estimar el índice de diversidad de la flora presente en la superficie de aprovechamiento, se tomaron los datos del inventario forestal realizado; a través

del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por estrato; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), el cual ya fue descrito con antelación, y se calcula como:

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

Donde:

S = número total de especies.

$\sum_{i=1}$ = número total de individuos.

P_i = abundancia relativa de la especie i.

ln P_i = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

A continuación, se presentan el cálculo del índice de diversidad de las especies de flora presentes en la superficie de aprovechamiento, con base en el índice de Shannon – Wiener (1949), obtenido a través de la abundancia de individuos registrados (**Tablas 46, 47 y 48**).

TABLA 46. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO ARBÓREO)				
ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.113	-0.95	-0.107
<i>Pouteria unilocularis</i>	1	0.019	-1.72	-0.033
<i>Thrinax radiata</i>	46	0.868	-0.06	-0.053
$\sum_{i=1}$	53	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.19 decits/ind

TABLA 47. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO ARBUSTIVO)				
ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Chrysobalanus icaco</i>	2	0.059	-1.23	-0.072
<i>Pithecellobium keyense</i>	6	0.176	-0.75	-0.133

TABLA 47. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO ARBUSTIVO)

ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Thrinax radiata</i>	26	0.765	-0.12	-0.089
$\Sigma i = 1$	34	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.29 decits/ind

TABLA 48. ÍNDICE DE DIVERSIDAD (ESTRATO HERBÁCEO)

ESPECIES (S)	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Chrysobalanus icaco</i>	3	0.016	-1.79	-0.029
<i>Ernodea littoralis</i>	98	0.524	-0.28	-0.147
<i>Hymenocallis littoralis</i>	61	0.326	-0.49	-0.159
<i>Pithecellobium keyense</i>	7	0.037	-1.43	-0.053
<i>Thrinax raidata</i>	18	0.096	-1.02	-0.098
$\Sigma i = 1$	187	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.49 decits/ind

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de matorral costero dentro de la superficie de aprovechamiento, ostenta una diversidad baja en cuanto a especies de flora se refiere, ya que, considerando todos los estratos de la vegetación, se alcanza un valor promedio igual a **0.32 decits/ind**; siendo el estrato con mayor aporte en el cálculo de este valor, el herbáceo con **0.49 decits/ind**; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

b. Fauna

b.1. Diseño del muestreo

Para estudiar este componente del ecosistema que se desarrolla dentro de la superficie de CUSTF, se utilizó el método de observación directa, dado que la

superficie a intervenir es muy pequeña, lo que permite ahorrar esfuerzo de muestreo y cubrir toda el área.

Se llevaron a cabo revisiones exhaustivas debajo de ramas, troncos, rocas, a fin de poder registrar la fauna presente en la superficie de aprovechamiento. Se hicieron 2 visitas al predio por mes, durante 4 meses, es decir, 8 visitas en total.

b.2. Resultados (composición de especies)

De acuerdo con la metodología aplicada, y considerando la pequeña superficie que se pretende aprovechar con el desarrollo del proyecto; se obtuvieron los siguientes resultados (**Tablas 49 y 50**).

TABLA 49. LISTADO DE AVES			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero

TABLA 50. LISTADO DE REPTILES			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
Squamata	Teiidae	<i>Aspiloscelis angusticeps</i>	Huico yucateco
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel

De acuerdo con los datos presentados en las tablas que anteceden, al interior de la superficie de aprovechamiento, se obtuvo el registro de 6 especies de fauna silvestre pertenecientes a dos grupos taxonómicos, ambos representados por 3 especies. No se contó con el registro de mamíferos y anfibios.

En las **Figuras 48, 49, 50 y 51** se muestran algunos ejemplares registrados en la superficie de aprovechamiento, de acuerdo con el listado anterior.



Figura 48. *Sceloporus cozumelae* (lagartija espinoza de Cozumel) registrado en la superficie de CUSTF.



Figura 49. *Mimus gilvus* (cenzontle) registrado en la superficie de CUSTF.



Figura 50. *Quiscalus mexicanus* (zanate) registrado en la superficie de CUSTF.

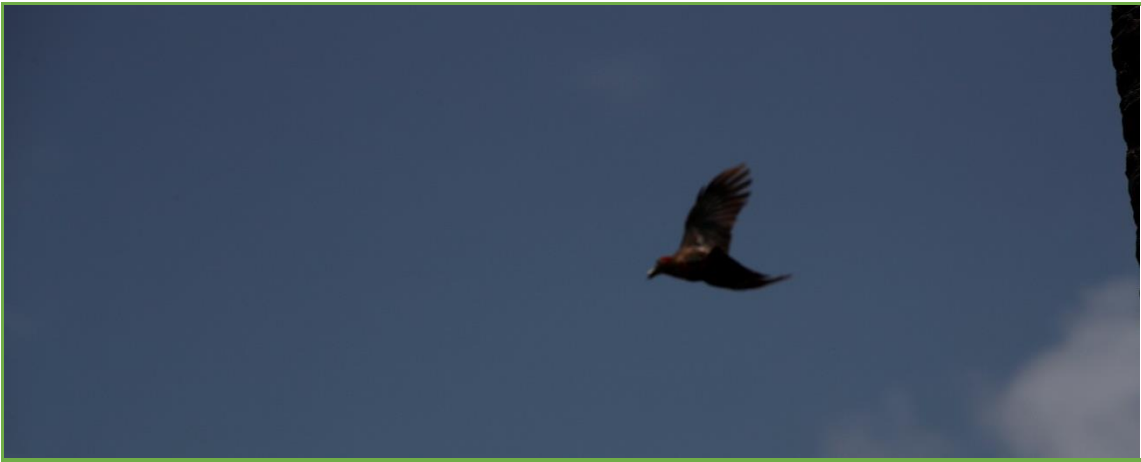


Figura 51. *Melanerpes aurifrons* (carpintero) registrado en la superficie de CUSTF.

b.3. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies de fauna reportadas para la superficie de aprovechamiento, sólo la *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa de Cozumel) se encuentra listada en esta Norma Oficial Mexicana en la categoría de especie sujeta a protección especial.

b.4. Índice de diversidad

Para estimar el índice de diversidad de la fauna presente en la superficie de aprovechamiento, se tomaron los datos del inventario faunístico realizado; a través del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por grupo faunístico; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), el cual ya fue descrito con antelación en este capítulo, y se calcula como:

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

Donde:

S = número total de especies.

∑i = 1 = número total de individuos.

Pi = abundancia relativa de la especie i.

ln Pi = logaritmo decimal (base 10) de la abundancia relativa de la especie i.

En las **Tablas 51** y **52**, se presentan los índices de diversidad calculados para los grupos faunísticos identificados dentro de la superficie de aprovechamiento, conforme a la misma metodología descrita previamente.

TABLA 51. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVES				
ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Quiscalus mexicanus</i>	8	0.400	-0.40	-0.159
<i>Mimus gilvus</i>	11	0.550	-0.26	-0.143
<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0.050	-1.30	-0.065
∑ i=1	20	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$		0.37 decits/ind

TABLA 52. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE REPTILES				
ESPECIES	i	P _i	LOG ₁₀ P _i	P _i * LOG ₁₀ P _i
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	0.286	-0.54	-0.155
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	2	0.286	-0.54	-0.155
<i>Sceloporus cozumelae</i>	3	0.429	-0.37	-0.158
	$\sum_{i=1}$	7	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	0.47 decits/ind

Como se puede observar en los datos de las tablas que anteceden, la fauna asociada al ecosistema de Matorral costero presente dentro de la superficie de aprovechamiento, ostenta una baja diversidad en cuanto a especies de fauna se refiere; siendo el grupo de los reptiles el que alcanza el valor más alto del índice de Shannon – Wiener (1949) con **H=0.34 decits/ind**; tomando en cuenta que de acuerdo con dicho índice, el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice indica una mayor diversidad del ecosistema.

4.5. PENDIENTE MEDIA Y RELIEVE

Para el cálculo de la pendiente media del terreno, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Diferencia de alturas}}{\text{Distancia horizontal}} \times 100$$

Donde:

Pendiente: Pendiente media del terreno (%).

Diferencia entre alturas: Diferencia entre cotas de dos puntos.

Distancia horizontal: Distancia entre los dos puntos o cotas.

Considerando lo anterior, obtenemos lo siguiente:

Diferencia entre alturas: (Cota 1= 1.98 metros, Cota 2= 2.75 metros).

Distancia horizontal: (239.606 metros).

$$\text{Pendiente} = \frac{2.75 - 1.98}{239.606} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = \frac{0.77}{239.606} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = 0.0032 \times 100$$

$$\text{Pendiente} = \mathbf{0.32}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, tenemos que la pendiente media del predio del proyecto, es de 0.32%, lo que permite asumir que se trata de una superficie con relieve plano; condición que se justifica plenamente considerando que de acuerdo con la Carta de Hidrología superficial (escala 1: 250,000) del INEGI, el predio del proyecto se ubica en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0.5 a 10% que indica un relieve relativamente plano.

CAPÍTULO 5

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

5.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales se ha dividido en tres etapas: etapa de identificación de los impactos (evaluación cualitativa); 2) etapa de valorización de los impactos (evaluación cuantitativa); y 3) etapa de jerarquización de los impactos (asignación de categorías). Estas tres etapas se describen a continuación.

5.1.1. Etapa 1: evaluación cualitativa de los impactos ambientales

Para esta etapa de la evaluación, se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector socioeconómico); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

A continuación, se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales, por cada etapa del proyecto (**Tablas 53, 54 y 55**). En dicha matriz se establecen las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que, en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de los mismos es de tipo cualitativa.

MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO		OBRAS / ACTIVIDADES						
		Contratación de personal	Compra o renta de equipo	Delimitación de la zona de aprovechamiento	Rescate de vegetación y fauna	Desmante	Despalme	Triturado de material vegetal
COMPONENTES DEL MEDIO								
Abiótico	Clima (aire)							
	Precipitación media anual							
	Fisiografía							
	Geología							
	Edafología (suelos)					+	+	
	Hidrología superficial							
	Hidrología subterránea					+		
Perceptual	Paisaje					+		
Biótico	Flora				+	+	+	+
	Fauna		+					
Socioeconómico	Sector social	+						
	Sector económico		+					

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 12 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las actividades implicadas durante la etapa de preparación del sitio. De los componentes del medio, el suelo, la flora y la fauna serán los elementos que tendrán mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen en esta etapa.

MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en la etapa de preparación del sitio, y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente con los que interactuarán dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "+".		ETAPA DE CONSTRUCCIÓN OBRAS / ACTIVIDADES									
		Contratación de personal	Compra y renta de materiales y equipo	Instalación de obras provisionales	Instalación de campamento de obra y baños	Traslado y almacenamiento de materiales	Excavaciones, nivelaciones y compactaciones	Cimentación con pilotes	Edificación de la vivienda	Construcción del sistema de tratamiento	Construcción de obras exteriores
COMPONENTES DEL MEDIO											
Abiótico	Clima (aire)					+					
	Precipitación media anual										
	Fisiografía										
	Geología										
	Edafología (suelos)						+	+	+	+	+
	Hidrología superficial										
	Hidrología subterránea						+	+			
Perceptual	Paisaje			+	+			+			
Biótico	Flora										
	Fauna			+	+					+	
Socioeconómico	Sector social	+									
	Sector económico		+								

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 16 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las obras y actividades implicadas durante la etapa de construcción. De los componentes del medio el suelo, el paisaje y la fauna, serán los elementos que tendrá mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO		ACTIVIDADES							
		Contratación de velador	Compra de insumos	Uso de la vivienda	Actividades de esparcimiento y recreación	Generación y disposición de residuos	Elaboración de composta	Tratamiento de aguas residuales	Mantenimiento y limpieza
COMPONENTES DEL MEDIO									
Abiótico	Clima (aire)								
	Precipitación media anual								
	Fisiografía								
	Geología								
	Edafología (suelos)				+	+			
	Hidrología superficial								
	Hidrología subterránea							+	
Perceptual	Paisaje								
Biótico	Flora						+		
	Fauna			+	+	+			
Socioeconómico	Sector social	+						+	
	Sector económico		+					+	

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 11 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las obras y actividades implicadas durante la etapa de operación. De los componentes del medio la fauna, el suelo y el sector socioeconómico serán los elementos que tendrán mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

5.1.2. Etapa 2: evaluación cuantitativa de los impactos ambientales

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración, como una segunda etapa de la evaluación.

A cada criterio seleccionado para esta valorización, se le asignó un valor numérico y consecuentemente se realizó la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue:

$$\mathbf{VIM} = +/- (3\mathbf{In} + 2\mathbf{Ex} + \mathbf{Ce} + \mathbf{Mo} + \mathbf{Pe} + \mathbf{Pr} + \mathbf{Rv} + \mathbf{Rc})$$

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

In = Intensidad

Ex = Extensión

Ce = Causa-efecto

Mo = Momento

Pe = Persistencia

Pr = Periodicidad

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

En la **Tabla 56**, se indican y describen los criterios utilizados en el algoritmo.

TABLA 56. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizaron 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -). Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In). Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si

se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a este criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso, una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

Relación-causa efecto (Ce). Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex). La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio, se considerará como se indica a continuación:

- 🌱 Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- 🌱 Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.

- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

Momento (Mo). Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de este criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre en forma inmediata o un mes después de que se produzca el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

Persistencia (Pe). Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración

indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio, se considerará como se indica a continuación:

- 🌱 Fugaz: si el impacto deja de manifestarse al cesar el factor lo que se genera.
- 🌱 Temporal: si el impacto se manifiesta sólo durante la etapa en la que se genera, e incluso en la etapa subsecuente, pero no durante toda la vida útil del proyecto.
- 🌱 Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr). Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv). En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

Recuperabilidad (Rc). No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas

medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

Visto lo anterior y de manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al proyecto (**Tabla 57**).

TABLA 57. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

Una vez definidos los criterios de evaluación, así como sus rangos y valores, a continuación, se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados (nivel cuantitativo), utilizando el algoritmo modificado de Gómez Orea, antes descrito.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Impacto ambiental identificado: Reducción de la cobertura vegetal

Descripción del impacto: El origen de este impacto, de *carácter negativo* (-), de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna y la modificación del entorno natural, alterando el medio perceptual. Se asume que el impacto tendrá una intensidad baja, dado que sólo se pretende aprovechar el 2.89% de la superficie total del predio; en tanto que el 97.11% permanecerá como área de conservación, lo que mitiga el efecto de este impacto, limitándose entonces sólo a la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo. El desmonte, principal actividad a realizarse durante la preparación del sitio, es el factor causante del impacto por lo que se relaciona directamente con el proyecto; sin embargo, el desmonte será gradual (periódico), por lo que se espera que el impacto alcance su máxima intensidad hasta finalizar ese ciclo. La pérdida de la cobertura vegetal será permanente durante toda la vida útil del proyecto; por lo que su recuperación al estado original, requiere la intervención del hombre mediante medidas de restauración.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -19$$

Impacto ambiental identificado: Afectaciones a la hidrología

Descripción del impacto: Las actividades de nivelación o compactación del terreno pueden causar afectaciones a la infiltración de agua, lo que provocaría un déficit del ciclo de absorción del agua. Lo anterior confiere el sentido de **carácter negativo** (-) a dicha acción, la cual tendrá como principal agente causal las actividades de relleno, compactación o nivelación del terreno, según lo establecido por la matriz de causa-efecto. Se asume que el impacto tendrá una intensidad baja, dado que los trabajos de nivelación y compactación se realizarán en el 2.89% de la superficie total del predio; en tanto que el 97.11% permanecerá intacto manteniendo sus principales características de relieve e hidrología subterránea. El impacto previsto será limitado por la superficie propuesta para su aprovechamiento. Su ejecución se realizará a corto plazo, y tendrá una duración permanente, pues posterior al relleno, nivelación o compactación del suelo, se

procede a otras actividades que impedirán que las condiciones de la hidrología subterránea de restablezcan por medios naturales.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -18$$

Impacto ambiental identificado: Pérdida del hábitat

Descripción del impacto: El origen de este impacto, de *carácter negativo* (-), de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante los trabajos de preparación del sitio, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto; dichas superficies, actualmente funcionan como hábitat para la flora y la fauna asociada al ecosistema presente.

Se asume que el impacto tendrá una intensidad baja, dado que el hábitat natural se perderá en el 2.89% de la superficie total del predio; en tanto que el 97.11%

permanecerá como área de conservación, misma que seguirá brindando refugio y hábitat a la flora y la fauna, lo que mitiga el efecto de este impacto y limita sus efectos a la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo. El desmonte sería la actividad principal durante el cambio de uso del suelo que se identifica como el factor causante del impacto por lo que se relaciona directamente con el proyecto; sin embargo, su ejecución será gradual, por lo que se espera que el impacto alcance su máxima intensidad hasta finalizar el ciclo propuesto. La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto; por lo que su recuperación al estado original, requiere la intervención del hombre mediante medidas de restauración.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -18$$

Impacto ambiental identificado: Pérdida del suelo

Descripción del impacto: Este impacto, de *carácter negativo*, será producido durante las actividades de despalme, ya que implica la remoción del suelo dentro de la zona de aprovechamiento. Ocasiona la pérdida del recurso. Sin embargo, se considera de intensidad baja, debido a que el porcentaje de remoción del suelo se realizará en el 2.89% del predio, mientras que el 97.11% restante se destinará al establecimiento de áreas de conservación, mitigando el efecto del impacto. Se limita sólo a la superficie sujeta al cambio de uso del suelo. El proyecto propuesto implica el despalme, y por lo tanto se relaciona en forma directa con la pérdida del suelo. El despalme se llevará a cabo de acuerdo al cronograma de trabajo propuesto, de tal forma que la pérdida de suelo se presentará de manera gradual, hasta finalizar la intervención de las áreas de aprovechamiento. La pérdida del suelo será permanente durante toda la vida útil del proyecto.

El suelo no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración. El suelo removido será resguardado al interior del predio y utilizado para las labores de rescate y reubicación de la flora; y en su caso, dentro de las áreas de conservación que así lo requieran.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -19$$

Impacto ambiental identificado: Suspensión de partículas

Descripción del impacto: Este impacto, de *carácter negativo*, será producido con los trabajos de desmonte, despalme y triturado del material vegetal, debido a que la acción del viento puede llegar a provocar la suspensión en el aire de partículas sueltas. Altera la calidad del componente ambiental (aire). El impacto analizado se considera de intensidad baja, pues las partículas suspendidas afectarán la calidad del recurso de manera temporal pero no ocasionarán su destrucción en ningún sentido. La dispersión de partículas por acción eólica podrá ocurrir más allá del sitio donde se realiza la actividad o factor que lo genera; sin embargo, dado que se instalarán barreras antidispersantes para evitar la dispersión de partículas y se conservará la vegetación fuera de las áreas de aprovechamiento, las mismas podrán actuar como barreras naturales de contención, confinando el efecto del impacto a la superficie de cambio de uso del suelo. El desmonte, despalme y triturado del material vegetal, podrían ser las actividades responsables de la suspensión de partículas, por lo que se relaciona en forma directa con el proyecto. El impacto puede manifestarse desde el inicio del desmonte y despalme, por lo que se considera que su impacto será inmediato. Las partículas que podrían llegar a ser suspendidas por el viento, permanecerán en el aire por períodos cortos de tiempo, dado que su peso producirá que éstos se precipiten y se reincorporen nuevamente al suelo. Se considera irregular, ya que la suspensión de las partículas ocurrirá en forma impredecible pero no continua. Las partículas se podrán precipitar debido a su peso, o por algún factor externo como la lluvia, o ser

retenidas por la vegetación en las áreas de conservación. Se aplicarán medidas preventivas para evitar la dispersión de partículas durante los trabajos de preparación del sitio del proyecto.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Periódico	2
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = -13$$

Impacto ambiental identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje

Descripción del impacto: El impacto, de *carácter negativo*, será producido con la remoción de la vegetación y la presencia de elementos o acciones antrópicas; lo que implica la pérdida de los elementos naturales que predominan en el entorno, reduciendo con ello la calidad visual del paisaje. Provoca una alteración en la calidad del recurso. Se estima que la reducción de la calidad visual del paisaje será baja en virtud de que el aprovechamiento se limita sólo a la superficie del predio, del cual se ocupará el 2.89%, en tanto que el 97.11% restante estará integrado por áreas de conservación, lo que mitiga el efecto del impacto. La reducción de la

calidad visual del paisaje no va más allá de la zona de aprovechamiento en virtud de que las áreas de conservación se distribuyen en forma perimetral a la superficie de CUSTF. La intervención del predio para su aprovechamiento, se relaciona en forma directa con la reducción de la calidad visual del paisaje *in situ*. Con los trabajos de desmonte y despalme serán eliminados los elementos naturales del predio, lo que trae como consecuencia una reducción de la calidad visual del paisaje; sin embargo, el desmonte, y, por ende, la pérdida de los elementos naturales en las áreas de aprovechamiento, concluirá hasta finalizar el plazo considerado por el proyecto, por lo que el impacto alcanzará toda su magnitud hasta que finalice dicho periodo. La reducción de la calidad visual será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que éste introduce elementos de alteración en el paisaje. Dicha alteración será constante a lo largo del tiempo, es decir, durante toda la vida útil del proyecto. Para recuperar la calidad visual, necesariamente se requiere de la intervención del hombre para la restauración de los elementos naturales que fueron eliminados. El paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, toda vez que la superficie que permanecerá en estado natural es superior al área de afectación, además que se conservarán los elementos naturales más importantes como la Duna costera y el Manglar, además de matorral costero.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -19$$

Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat

Descripción del impacto: Durante los trabajos implicados en el cambio de uso del suelo, la actividad humana y todos los elementos que se vinculan, ocasionarán la perturbación del hábitat de la fauna, lo que dará origen a su desplazamiento fuera de las áreas de aprovechamiento, por lo que se considera un impacto de **carácter negativo**, ya que ocasiona la alteración de la calidad del hábitat. Se perderá la vegetación natural dentro del predio y con ella los hábitats de la fauna en el 2.89% del predio, sin embargo, el 97.11% será destinado como áreas de conservación, por lo que continuarán brindando refugio, alimentación y nuevos nichos ecológicos a la fauna desplazada, dándole un sentido mitigable al impacto. La perturbación del hábitat se limitará a la superficie de aprovechamiento. La actividad humana con los trabajos de preparación del sitio en general será la causa principal de la perturbación del hábitat. El desmonte se llevará a cabo de acuerdo con la calendarización citada en el presente estudio y será hasta que finalice dicha actividad cuando se produzca la mayor perturbación del hábitat. La perturbación ocurrirá sólo durante la jornada diaria del cambio de uso del suelo, pero cesará al

término de la misma, cada día. Se considera periódico ya que los trabajos de preparación el sitio, están definidos en tiempo y por ende el impacto cesará al término de éstos. Debido a que la superficie de CUSTF estará destinada a actividades no forestales, las condiciones del hábitat dentro de la zona de aprovechamiento no podrán restablecerse por medios naturales. Se prevé la implementación de actividades de ahuyentamiento de fauna, así como la puesta en marcha de programas que incluyen actividades de rescate y reubicación de especies florísticas y faunísticas. Con lo anterior, la fauna podrá desarrollarse en hábitats adecuados y similares a los afectados.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Periódico	2
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = -16$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación ambiental por residuos

Descripción del impacto: Un manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos), de manejo especial, así como los peligrosos, sólidos y

líquidos que se generarán durante el cambio de uso del suelo, podría traducirse en la contaminación del suelo y del subsuelo, dándole un **carácter negativo** al impacto. En caso de no existir un manejo integral de los residuos, la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50% de los mismos, pues es posible aplicar medidas de remediación que subsanen el efecto del impacto. La contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante la etapa de preparación del sitio, pero siempre dentro de los límites del sistema ambiental. Los trabajos relacionados con la preparación del sitio del proyecto no serán los factores causantes de la contaminación de los recursos, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos por parte de los trabajadores. Una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo mayor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.

Los elementos potencialmente contaminantes ocurrirán sólo en el plazo de tiempo señalado en el calendario citado en el presente estudio, dando inicio desde los trabajos de preparación del sitio hasta el final de este proceso. Los factores contaminantes se producirán en forma intermitente en el tiempo que dura la etapa de preparación del sitio del proyecto y cesarán al término de la misma. Los agentes contaminantes podrían llegar a ser recuperados mediante el establecimiento de contenedores para su almacenamiento, implementación de campañas de limpieza o remediación, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio. Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Causa-efecto	Indirecto	1
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Periódico	2
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = -15$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación por ruido

Descripción del impacto: La ejecución del cambio de uso del suelo, requiere el empleo de herramienta menor y equipo, como las motosierras para el desmonte, despalme y triturado del material vegetal, lo que ocasionará ruido en la obra, que derivará en la perturbación del hábitat de la fauna que habita las zonas situadas fuera del área de aprovechamiento, otorgando un **carácter negativo** al impacto.

El ruido se considera un factor que ocasiona alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra. La jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas por día; durante seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días por mes (192/24), además que se laborará en horario diurno. La contaminación por ruido

puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, pero sin rebasar el área de aprovechamiento o los límites del predio, dada la extensión de este y debido a que la cobertura vegetal que se conservará en estado natural, actuará como barreras para mitigar el efecto del impacto. La operación de equipo y maquinaria durante el desmonte y movimiento de tierras se considera como los elementos causantes de la contaminación auditiva y perturbación del hábitat. Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos de preparación del sitio. Como se mencionó anteriormente, la jornada de trabajo al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, por lo que se considera un impacto pasajero. La generación de ruido será impredecible a lo largo del tiempo. Al cese de la jornada, el impacto dejará de manifestarse. Con la finalidad de reducir los impactos generados, se aplicarán medidas de mitigación específicas.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Indirecto	1
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Periódico	2
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -16$$

Impacto ambiental identificado: Reducción de los servicios ambientales

Descripción del impacto: La ejecución del cambio de uso del suelo implica la eliminación de la cobertura vegetal del predio, así como la remoción del suelo y la pérdida de micropoblaciones de flora y fauna silvestre; particularmente durante las actividades de desmonte y despalme, lo que tiene como consecuencia la reducción de los servicios ambientales que provee el ecosistema, dentro de la superficie de aprovechamiento, dándole un **carácter negativo** al impacto.

Reduce de manera poco significativa los servicios ambientales que provee el ecosistema dentro del predio, toda vez que la pérdida de la cobertura vegetal ocurrirá en el 2.89% del predio mientras que el 97.11% restante se destinará al establecimiento de áreas de conservación, por lo que continuará prestando dichos servicios mitigando el efecto del impacto. Los servicios ambientales son elementos del medio intangibles, cuyos efectos son plausibles más allá del sitio que los produce, pues tienen una fuerte interacción con el medio, sin embargo, dado que no se pretende afectar toda la superficie del predio, se entiende que el efecto del impacto es puntual. El desmonte y despalme se relacionan en forma directa con la reducción de los servicios ambientales. El impacto se manifestará en toda su magnitud, cuando se hayan concluido los trabajos de desmonte. La reducción de los servicios ambientales ocurrirá durante toda la vida útil del proyecto. Para reestablecer los servicios ambientales del ecosistema que será afectado, es necesario aplicar medidas de restauración con intervención humana.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -21$$

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Impacto ambiental identificado: Contaminación por ruido

Descripción del impacto: La construcción de las obras requiere de la operación de maquinaria como grúas, montacargas, revolvedoras de concreto, así como procesos constructivos que se consideran como una fuente importante de ruido, que a su vez se considera un factor que ocasiona alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra. La jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas en un día; en seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días al mes (192/24), además que se laborará en horario diurno. La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, pero sin rebasar los

límites del área de influencia directa, debido a la cobertura vegetal que se conservará dentro del predio. La operación de equipo y maquinaria, y los trabajos constructivos en general, serán los causantes de la contaminación auditiva. Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos constructivos. Como se mencionó anteriormente, la jornada de trabajo al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, por lo que se considera un impacto pasajero. La generación de ruido será impredecible a lo largo del tiempo. Al cese de la jornada, el impacto dejará de manifestarse. Se aplicarán medidas de mitigación específicas para reducir el efecto del impacto.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Fugaz	1
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = -15$$

Impacto ambiental identificado: Reducción de la superficie permeable

Descripción del impacto: De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se llevará a cabo la construcción de edificaciones permanentes, que estarán cubiertas por concreto, ocasionando la pérdida de la permeabilidad del suelo por sellado.

La reducción de la superficie permeable se considera de intensidad baja ya que 97.77% del predio serán permeables, es decir, 20,292.053 m² en las que se incluye la superficie del camino de acceso y el sendero de acceso a la playa. El impacto analizado, se limita a la superficie de aprovechamiento para el desplante de obras permanentes en donde se perderá la permeabilidad del suelo que equivalen a 463.197 m², el 2.23% del predio (excluyendo el camino de acceso y el sendero a playa), las cuales se consideran como la fuente que ocasionará el sellado del suelo en la superficie de aprovechamiento, cuya totalidad ocurrirá hasta finalizar la etapa constructiva. El sellado del suelo, y por ende la reducción de la superficie permeable, será permanente a lo largo de la vida útil del proyecto. Para que el suelo pueda recobrar sus condiciones originales, se requiere de la aplicación de medidas de restauración que implican la intervención humana.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Largo plazo	3
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -20$$

Impacto ambiental identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje

Descripción del impacto: La reducción en la calidad visual del paisaje, se presentará durante los distintos trabajos involucrados en esta etapa, principalmente durante la construcción de las edificaciones, así como la presencia de trabajadores lo que también representa un elemento de perturbación en el paisaje, reduciendo su calidad visual.

Se considera un impacto de intensidad baja dado que el proyecto tendrá un área de conservación que equivalen al 97.11% del predio; es decir que se producirá una alteración del medio (perturbación) en el 2.89% del total, reduciendo la calidad visual del paisaje de manera poco significativa; sin embargo, en el lapso en que se estima la ejecución de esta etapa, la superficie de aprovechamiento habrá modificado su condición paisajística; agregando elementos antrópicos a su calidad visual, pero limitándose a la superficie de aprovechamiento para el desplante de obras permanentes, que será permanente a lo largo de la vida útil del proyecto. Para recuperar la calidad visual del paisaje, se requiere de la aplicación de medidas de restauración que implican la intervención humana con la restauración del sitio; sin embargo, se destinará el 97.11% de la superficie del predio como área de conservación, lo que mitiga el efecto del impacto.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
Intensidad	Baja	1

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Permanente	3
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -18$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación ambiental

Descripción del impacto: Un manejo inadecuado de los residuos que se generen durante esta etapa del proyecto, incluso de residuos potencialmente peligrosos; así como la emisión de gases a la atmósfera por el funcionamiento de vehículos, podría traducirse en la contaminación del suelo, del acuífero subterráneo y de la atmósfera, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea; así como la generación de residuos sólidos que pueden contaminar el suelo o generar la proliferación de fauna nociva; y finalmente por la operación de vehículos de carga, grúas, monta cargas, vehículos de transporte privado, etc., generando contaminación atmosférica por la emisión de gases.

De carácter negativo, debido a que ocasiona la contaminación del medio donde se realiza la obra, pero de intensidad baja debido a que no ocasionará la

destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos, pues la obra es de bajo impacto, por lo que no requiere de volúmenes grandes de materiales; sin embargo se considera de extensión parcial, debido a que la contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante esta etapa del proyecto en caso de no ser atendida, pero siempre sin rebasar los límites del sistema ambiental. Los trabajos constructivos no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos que se generen; pero una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo prolongado y en forma impredecible en el tiempo, podría permanecer en el medio por períodos extensos, sin embargo, al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos o mediante acciones de limpieza o remediación. Los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración, por lo que se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Indirecto	1
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = + (3(1) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -15$$

Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat

Descripción del impacto: Durante los trabajos implicados en la construcción de las obras, la actividad humana y todos los elementos que se vinculan, ocasionarán la perturbación del hábitat de la fauna dentro de las áreas de conservación, lo que dará origen a su desplazamiento fuera de las áreas de aprovechamiento, por lo que se considera un impacto de *carácter negativo*.

De intensidad baja puesto que ocasiona la alteración de la calidad del hábitat en una superficie poco significativa, pues los trabajos constructivos se realizarán en el 2.89% del predio, en tanto que el 97.11% restante se mantendrá como área de conservación, brindando refugio, alimentación y nuevos nichos ecológicos a la fauna desplazada, dándole un sentido mitigable al impacto. La perturbación del hábitat se limitará a la superficie de aprovechamiento, considerando que en los predios colindantes y dentro del mismo predio existen extensas áreas con vegetación en estado natural. La actividad humana con los trabajos constructivos en general, serán los factores causantes de la perturbación del hábitat. El proceso constructivo se llevará a cabo de acuerdo con la calendarización citada en el presente estudio, de tal modo que hasta que se concluya dicha actividad el impacto dejará de manifestarse. Esta perturbación ocurrirá sólo durante la jornada diaria de construcción, pero cesará al término de esta. Se considera periódico ya que los trabajos constructivos están definidos en tiempo y por ende el impacto cesará al término de éstos. Debido a que la superficie de CUSTF estará destinada a actividades no forestales, entonces las condiciones del hábitat dentro de la zona de aprovechamiento, no podrán restablecerse por medios naturales. Se prevé la implementación de actividades de ahuyentamiento de fauna, así como la puesta en marcha de programas que incluyen actividades de rescate y

reubicación de especies faunísticas. Con lo anterior, la fauna se restablecerá en hábitats adecuados y similares a los afectados.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Largo plazo	3
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Periódico	2
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = -17$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación del acuífero

Descripción del impacto: durante el uso de los baños, es posible que ocurra contaminación derivado de un efluente cargado de contaminantes, que en su momento puedan llegar a filtrarse a través del subsuelo y alcanzar el acuífero, por lo que se considera un impacto de *carácter negativo*.

Dado que puede afectar al estado químico o al estado cualitativo de las masas de agua subterránea, se considera negativo, con una intensidad media. La contaminación del acuífero puede repercutir en problemas ambientales relevantes; sin embargo, considerando que el efluente será dirigido a un

biodigestor hermético, entonces el foco de contaminación (en caso de ocurrir), puede quedar confinado al suelo o subsuelo, reduciéndose de manera significativa el área de afectación. El campamento de obra será la fuente generadora de aguas residuales, por lo que forma parte del proceso constructivo del proyecto relacionándolos directamente. La contaminación puede ocurrir desde el inicio del proceso de construcción, pero un foco de contaminación dentro del acuífero subterráneo, podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, sin embargo, al cesar la fuente contaminante podrían ser suprimidos del medio por consumidores primarios como las bacterias o en su caso por disolución, o mediante acciones de remediación; lo que podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de remediación; se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -16$$

ETAPA DE OPERACIÓN

Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat

Descripción del impacto: Durante la operación del proyecto se espera una fuerte presión por actividad humana, sobre las áreas de conservación que colindan en forma inmediata con la vivienda y que continuarán actuando como hábitats para la fauna silvestre asociada al ecosistema, ocasionando su perturbación, lo que puede dar origen al desplazamiento fauna adaptada a hábitats mejor conservados y dando paso a la proliferación de fauna adaptada a ambientes perturbados, por lo que se considera un impacto de ***carácter negativo*** al alterar el comportamiento y distribución natural de la fauna silvestre.

Ocasiona la alteración de la calidad del hábitat por actividad humana, de tal modo que se relaciona en forma directa con el proyecto. La perturbación del hábitat se limitará a la superficie de aprovechamiento por períodos cortos de tiempo, pues se trata de una casa veraniega de uso temporal, en tanto que la mayor parte del tiempo será ocupada sólo por el velador. La actividad humana, será el factor causante de la perturbación del hábitat, por lo que será permanente durante toda la vida útil del proyecto, pero existirán un horario y períodos de tiempo estimados en meses, en el que el efecto del impacto se verá reducido (ocaso) y otro en el que se suprimirá (nocturno). Se considera continuo ya que la actividad humana ocurrirá durante la vida útil del proyecto. Debido a que la superficie de CUSTF estará destinada a actividades no forestales, entonces las condiciones del hábitat dentro de la zona de aprovechamiento, no podrán restablecerse por medios naturales.

En caso de ocurrir algún arribo o anidación de tortugas marinas, la luz artificial proyectada por la vivienda, puede ocasionar alteraciones importantes en el comportamiento de este tipo de fauna, que usa la luz natural de la luna para guiarse durante ese evento.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Continuo	3
Reversibilidad	Reversible	1
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto:

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = -18$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación ambiental

Descripción del impacto: Un manejo inadecuado de los residuos que se generen durante esta etapa del proyecto, incluso de residuos potencialmente peligrosos; así como la emisión de gases a la atmósfera por el funcionamiento de vehículos, podría traducirse en la contaminación del suelo, del acuífero subterráneo y de la atmósfera, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea; así como la generación de residuos sólidos que pueden contaminar el suelo o generar la proliferación de

fauna nociva; y finalmente por la operación de vehículos de transporte privado, etc., generando contaminación atmosférica por la emisión de gases.

De carácter negativo, debido a que ocasiona la contaminación del medio donde operará la vivienda, pero de intensidad baja debido a que no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos, pues la vivienda es de tipo veraniega, es decir, será ocupada por un máximo de 7 personas, en períodos cortos de tiempo; sin embargo se considera de extensión parcial, debido a que la contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante esta etapa del proyecto en caso de no ser atendida, pero siempre sin rebasar los límites del sistema ambiental. La operación de la vivienda será el factor causante de la contaminación del recurso, pues su uso propicia la generación de los residuos; sin embargo, una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo prolongado y en forma impredecible, pudiendo permanecer en el medio por períodos extensos, sin embargo, al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos por elementos biológicos o mediante acciones de limpieza o remediación. Los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración, por lo que se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
Intensidad	Baja	1
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Irreversible	2

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(2) + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -16$$

Impacto ambiental identificado: Contaminación del acuífero

Descripción del impacto: durante el tratamiento de las aguas residuales, es posible que ocurra contaminación derivado de un efluente cargado de contaminantes, que en su momento puedan llegar a filtrarse a través del subsuelo y alcanzar el acuífero, por lo que se considera un impacto de **carácter negativo**.

Dado que puede afectar al estado químico o al estado cualitativo de las masas de agua subterránea, se considera negativo, con una intensidad media. La contaminación del acuífero puede repercutir en problemas ambientales relevantes; sin embargo, considerando que el efluente se pretende aprovechar para riego de áreas verdes, entonces el foco de contaminación (en caso de ocurrir), puede quedar confinado al suelo o subsuelo, reduciéndose de manera significativa el área de afectación. La vivienda será la fuente generadora de aguas residuales, por lo que este impacto forma parte de la etapa operativa del proyecto, por lo que se relacionan directamente. La contaminación puede ocurrir desde el inicio de la generación de aguas residuales, pero un foco de contaminación dentro del acuífero subterráneo, podría permanecer en el medio

por períodos prolongados de tiempo, sin embargo, al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por consumidores primarios como las bacterias, por el humedal artificial o en su caso por disolución, o mediante acciones de remediación; sin embargo, se anticipa que esto podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de remediación; sin embargo, se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Media	2
Extensión	Parcial	2
Causa-efecto	Directo	2
Momento	Corto plazo	1
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Irreversible	2
Recuperabilidad	Preventivo	0

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 1 + 2 + 0)$$

$$\text{VIM} = -18$$

Impacto ambiental identificado: Afectaciones a la duna costera

Descripción del impacto: durante las actividades de esparcimiento y recreación por parte de los usuarios de la vivienda, se espera que tengan actividades de sol y playa, lo que necesariamente implica que tengan que atravesar la duna costera,

pudiendo afectar la cobertura vegetal presente por tránsito de personas, por lo que se considera un impacto de **carácter negativo**.

La operación de la vivienda no será la causante de este impacto, pues el proyecto tiene definido sus límites, confinándose exclusivamente al predio en estudio; sin embargo, resulta ilegal e improcedente impedir el libre acceso y libre tránsito por la Zona Federal Marítimo Terrestre, que incluye la zona de playa, de tal modo que los usuarios de la vivienda pueden acceder a esa zona sin limitación alguna, es decir, el impacto no se relaciona en forma directa con el proyecto. Existe un antiguo camino en forma de acceso a la playa que no presenta cobertura vegetal, y que se está proponiendo como servidumbre de paso hacia la playa, a fin de no afectar áreas con vegetación natural; en ese sentido, se espera que con la instalación de letreros indicativos y la vigilancia del sitio, se respeten los límites de esa áreas para el tránsito de las personas; adicionalmente, se delimitará un sendero en forma de zigzag a través de la duna, utilizando piedras para definir las áreas de libre tránsito y libre acceso que no afecten la cobertura vegetal de la duna, dándole un efecto preventivo al impacto. Una afectación a la cobertura vegetal de la duna por tránsito de personas, puede ser suprimida por restauración natural del mismo ecosistema al cesar la fuente o el factor que la genera; incluso con actividades de reforestación es posible restablecer esa cobertura vegetal.

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Negativo	-
Intensidad	Baja	1
Extensión	Puntual	1
Causa-efecto	Indirecto	1
Momento	Mediano plazo	2
Persistencia	Temporal	2
Periodicidad	Irregular	1
Reversibilidad	Reversible	2

VALORACIÓN DE CRITERIOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Recuperabilidad	Mitigable	2

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I_n + 2E_x + C_e + M_o + P_e + P_r + R_v + R_c)$$

$$\text{VIM} = - (3(1) + 2(1) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 2)$$

$$\text{VIM} = -15$$

5.1.3. Etapa 3: jerarquización de los impactos ambientales

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales por cada etapa del proyecto, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) **significativo o relevante**, 2) **moderado** y 3) **bajo o nulo**, las cuales se describen a continuación.

Impacto significativo o relevante.- Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el

caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$\text{VIM} = +/- 31$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

Impacto moderado.- Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá

después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\mathbf{VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)}$$

$$\mathbf{VIM = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)}$$

$$\mathbf{VIM = +/- 20}$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

Impacto bajo o nulo.- Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo,

al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto (VIM):

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = +/- 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la **Tabla 58** se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA 58. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA	VALOR
Bajo o nulo	de 10 a 19
Moderado	de 20 a 30
Significativo o relevante	= ó > 31

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales, se describe como sigue:

Significativo o relevante. Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Moderado. Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

Bajo o nulo. Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en las **Tablas 59, 60 y 61** se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental y por etapa del proyecto.

TABLA 59. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORÍA
1	Reducción de la cobertura vegetal	Flora, fauna, paisaje	-19	Bajo
2	Afectaciones a la hidrología	Hidrología	-18	Bajo
3	Pérdida del hábitat	Flora y fauna	-18	Bajo
4	Pérdida del suelo	Suelo	-19	Bajo
5	Suspensión de partículas	Aire	-13	Bajo
6	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-19	Bajo
7	Perturbación del hábitat	Fauna	-16	Bajo
8	Contaminación ambiental por residuos	Suelo, aire, hidrología	-15	Bajo
9	Contaminación por ruido	Socioeconómico y fauna	-16	Bajo
10	Reducción de los servicios ambientales	Hidrología, aire, suelo, flora y fauna	-21	Moderado

TABLA 60. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORÍA
1	Contaminación por ruido	Fauna y Socioeconómico	-15	Bajo
2	Reducción de la superficie permeable	Hidrología subterránea	-20	Moderado
3	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-18	Bajo
4	Contaminación ambiental	Clima, hidrología subterránea, suelo y fauna	-15	Bajo
5	Perturbación del hábitat	Fauna	-17	Bajo
6	Contaminación del acuífero	Hidrología	-16	Bajo

TABLA 61. ETAPA DE OPERACIÓN

No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORÍA
1	Perturbación del hábitat	Fauna	-18	Bajo
2	Contaminación ambiental	Suelo, hidrología	-16	Bajo
3	Contaminación del acuífero	Hidrología	-18	Bajo
4	Afectaciones a la duna costera	Flora	-15	Bajo

5.2. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 20 impactos ambientales negativos, de los cuales 2 serán de categoría moderada y 18 de categoría baja o nula. Es de destacarse que, de la

evaluación realizada, no se anticipa la generación de algún impacto considerado como significativo o relevante.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- No implica fragmentar un ecosistema, considerando las áreas de conservación que se destinarán en el predio, mismas que contarán con flora nativa que brindarán hábitat y refugio a las especies de fauna y que mantendrán la conectividad formando corredores naturales permitiendo la conexión ecosistémica y el flujo genético entre las poblaciones que se distribuyen en la zona de estudio.
- Asimismo, se advierte que no se afecta, 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.

- Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecte negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- En términos socioeconómicos la ejecución y desarrollo del proyecto producirá beneficios por la generación de empleos y la derrama económica, lo cual permitirá un aumento en la calidad de vida de los pobladores que se mantendrá durante toda la vida útil del proyecto.
- Finalmente, se puede concluir que se trata de un proyecto de bajo impactos, pues el 90% de los impactos ambientales identificados, se ubican en la categoría de bajos o nulos.

CAPÍTULO 6

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

Los servicios ambientales son los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;

Este apartado tiene el propósito de realizar una descripción y análisis de los impactos que ocasionará el cambio de uso de suelo propuesto en correlación con cada uno de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema donde se ubicada el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En principio se presenta una descripción detallada de los servicios ambientales y luego un análisis de su importancia en el contexto del sistema ambiental o área de influencia del proyecto. Posteriormente se analizará, explicará y justificará porque se considera que no se pone en riesgo cada uno de los servicios ambientales, y finalmente se definirá si el grado de afectación es a nivel del área de influencia del proyecto o del sistema ambiental.

6.1. CAPTURA DE CARBONO

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO₂ por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO₂ liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO₂. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y micro-organismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO₂ y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de carbono por bacterias y animales contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.

Para estimar la cantidad de Carbono almacenado en la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, se utilizó la expresión matemática propuesta por Ricardo O, Russo (2009)¹⁶, según la cual a partir del volumen se determina el contenido de carbono, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de C} = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP (área del tronco a 1,30 m de altura) que fueron registrados durante el inventario forestal a nivel de los estrato arbóreo y arbustivo, considerando que el

¹⁶ <http://es.scribd.com/doc/29369907/Guia-Practica-de-Medicion-de-Carbono-en-la-Biomasa-Forestal>

área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales de todos los árboles con un diámetro normal existentes en una hectárea (y se expresa en m^2/ha).

Luego se determina su altura total. El producto del AB multiplicado por la altura y por un coeficiente de forma (relación entre el volumen real y el volumen aparente de un árbol) es el volumen total árbol.

Luego, a partir del volumen se determina el contenido de carbono, que es el producto del volumen multiplicado por el contenido de materia seca (%MS, para este estudio se consideró 50%) y por el contenido de Carbono (C) en la MS (%C= 50% aceptado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés).

A esta cantidad de C se le aplica el Factor de Extensión de la Biomasa (FEB) igual a 1,6 considerando un 60% adicional contenido en ramas y follaje (en la literatura este factor se menciona con rango entre el 60% y el 90%); al final el resultado obtenido se multiplica por la superficie de cambio de uso de suelo.

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB) es un coeficiente que permite añadir la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, la biomasa correspondiente a las ramas, hojas y raíces. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el bosque. Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable (m^3) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m^3). Los FEB no tienen dimensión, dado que convierten entre unidades de peso.

En sentido de lo anterior tenemos lo siguiente:

- Vol. T. A.= 11.34 m³/ha
- Contenido de materia seca (50%) = 0.5 ton/ha
- Contenido de carbono (50%) = 0.5 ton/ha
- Coeficiente de expansión= 1.6 ton/ha

$$C = \text{Vol.} \times 0.5 \times 0.5$$

$$C = (11.34 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 2.84 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (2.84 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 4.54 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (4.54 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{Superficie de CUSTF} = 0.059 \text{ ha})$$

$$C = 0.27 \text{ ton}/\text{ha}$$

Por otra parte, si consideramos que en el sistema ambiental existe al menos una superficie de 117'443,990 m² con cobertura (Duna costera con matorral costero, Manglar, Tular, Selva baja subperennifolia y Selva baja subcaducifolia), conforme al plano de la página 277; entonces podemos inferir que en dicha superficie la captura de carbono es de 53,319.57 ton/ha, de acuerdo con la aplicación de la fórmula antes descrita, como se indica a continuación.

$$C = \text{Vol.} \times 0.5 \times 0.5$$

$$C = (11.34 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 2.84 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (2.84 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 4.54 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (4.54 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{Superficie con cobertura vegetal en el SA} = 11,744.399 \text{ ha})$$

$$C = 53,319.57 \text{ ton}/\text{ha}$$

Entonces si comparamos la captura de carbono que provee la superficie de cambio de uso de suelo (0.27 ton/ha), con la cantidad de carbono que captura la cobertura vegetal dentro del sistema ambiental (53,319.57 ton/ha), obtenemos que la pérdida anual de captura de carbono al eliminar la vegetación por la implementación del proyecto, sólo representa el 0.00050%, de la captura total estimada para el sistema ambiental; por lo tanto, se puede asumir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo el servicio ambiental por captación de carbono; de igual forma, podemos concluir que la cobertura vegetal que subsiste en dicha región, es más importante que aquella que se desarrolla en el predio del proyecto, en lo que a captura de carbono se refiere; de tal modo que se puede afirmar categóricamente que la afectación ocurrirá a nivel puntual.

6.2. PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD

Para poder determinar que no se pone en riesgo el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación, se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en el sistema ambiental.

6.2.1. Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada,

corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (C_e) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$
$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE K PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, considerando que el predio se ubica dentro de una zona con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (según la carta de hidrología subterránea del INEGI), y la presencia de Solonchak óretico como suelo primario, los cuales se considera que poseen una permeabilidad lente; entonces asumimos que los suelos son tipo B (suelos medianamente permeables).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,500 mm y el valor de **K** es de 0.28, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde

los suelos son de tipo B ; y dado que el volumen de su masa forestal es de 11.34 m³/ha (cobertura menor al 25%), como se indica en el siguiente cuadro.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es mayor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.28) (1,500 - 250) / 2000 + (0.28 - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.28) (1250 / 2000) + (0.13 / 1.5)$$

$$C_e = (0.12) (0.625) + (0.086)$$

$$C_e = 0.075 + 0.086$$

$$C_e = 0.161$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C_e**) en la superficie de cambio de uso del suelo, con cobertura vegetal menor al 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.161.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

Donde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m²)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m³)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1,000 litros de agua equivalen a 1 m³, por lo tanto, tenemos que 1,500 mm de precipitación media anual de la zona en donde se ubica el predio equivalen a 1.5 m³ de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$\mathbf{Ve = P * At * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = 1.5 \text{ m}^3 * 599.139 \text{ m}^2 * 0.161}$$

$$\mathbf{Ve = 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual (m³) * superficie de cambio de uso de suelo (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3/m^2)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

$$\mathbf{I = (1.5 \text{ m}^3) (660.801 \text{ m}^2) - 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 898.71 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 754.017 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de $754.017 \text{ m}^3/\text{m}^2$, y se pierden $144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2$ anuales por escurrimiento.

6.2.2. Cantidad de agua captada en el sistema ambiental

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el sistema ambiental, la cual posee una precipitación media anual de 1,500 mm, se consideró la superficie de dicho sistema que permanecerá en estado permeable que es de $117'443,990 \text{ m}^2$ (conforme al plano de la página 177 y considerando sólo las superficies con cobertura vegetal), aplicando el mismo valor de **K** (0.28) utilizado para la superficie de CUSTF, bajo el supuesto de que tienen igualdad de condiciones de suelo y permeabilidad; y por lo tanto, el mismo coeficiente de escurrimiento (C_e) que fue de 0.161.

Una vez definido el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$\mathbf{Ve = P * At (superficie del SA con algún grado de permeabilidad) * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = P * At * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = 1.5 \text{ m}^3 * 117'443,990 \text{ m}^2 * 0.161}$$

$$\mathbf{Ve = 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Volumen de infiltración anual: $\mathbf{I = P - Ve}$

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

$$\mathbf{I = (1.5 \text{ m}^3) (117'443,990 \text{ m}^2) - 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 176'165,985 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 147'803,261.415 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie del sistema ambiental que presenta cierto grado de permeabilidad, se capta un volumen de 147'803,261.415 m³/m² anuales, y se pierden 28'362,723.585 m³/m² por escurrimiento.

6.2.3. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (754.017 m³/m² anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para el sistema ambiental (28'362,723.585 m³/m²), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.0026% de la captación total que ocurre en la unidad de análisis. Entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que

acontece en el sistema ambiental, e incluso a nivel del predio, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel de dicho sistema, que aquella que ocurre a nivel de la superficie de CUSTF, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

6.3. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y, por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de sustancias potencialmente contaminantes; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero.
- **Medida 2.** Se instalarán baños conectados a un biodigestor durante el cambio de uso del suelo, y un sistema de tratamiento de aguas residuales para la operación de la vivienda, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en el biodigestor durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.

- 🌱 **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y, por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 8, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

6.4. GENERACIÓN DE OXÍGENO

La fotosíntesis en las plantas, a partir del dióxido de carbono y el agua, y usando energía, produce sustancia orgánica y oxígeno.

dióxido de carbono + agua + energía = sustancia orgánica y oxígeno

Inversamente, la respiración en las plantas usa la sustancia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.

sustancia orgánica + oxígeno = dióxido de carbono + agua + energía

Durante el día, la fotosíntesis es más intensa que la respiración. Por eso, las plantas producen más oxígeno que el que consumen y toman del aire más dióxido de carbono que el que producen. El oxígeno producido es utilizado por los animales

para respirar. Estos devuelven dióxido de carbono, que es reciclado nuevamente por las plantas. Durante la noche, como no hay luz solar, no hay fotosíntesis y las plantas sólo respiran (FAO).

Se estima que un kilómetro cuadrado de bosque genera mil toneladas de oxígeno al año, sin embargo, no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, sólo podemos hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel puntual, por lo tanto, considerando que en la microcuenca se estima una superficie de 117'443,990 m² con cobertura vegetal que seguirán prestando dicho servicio, entonces se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca, ni mucho menos a nivel del predio, pues para este último, la superficie de cobertura vegetal que se perdería representa sólo el 2.89% de su superficie, en tanto que 97.11% continuaría prestando el servicio ambiental en comento, por estar destinado como área de conservación.

6.5. AMORTIGUAMIENTO DE IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES

Como se mencionó en el capítulo 4 del presente estudio, los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrearán fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que

registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad.

Pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente¹⁷.

Es un hecho que la eliminación de la cobertura vegetal, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno natural como los huracanes y tormentas tropicales; sin embargo, resulta relevante señalar que actualmente se estima una superficie de 117'443,990 m² con cobertura (como se citó anteriormente) en el sistema ambiental e incluso como parte del predio, la cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la prestación del servicio ambiental de la cobertura vegetal como barrera protectora, queda en segundo término para el proyecto en particular, máxime si consideramos que las dunas costeras y los manglares, elementos que serán conservados en estado natural dentro del predio, se caracterizan por actuar como barreras naturales ante el embate de esos fenómenos meteorológicos.

6.6. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

¹⁷ Odilón Sánchez Sánchez, Lilia del C. Mendizábal Hernández, Sophie Calmé Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica el Eden, Quintana Roo Foresta Veracruzana, Vol. 8, Núm. 1, 2006, PP. 37-42, Recursos Genéticos Forestales México.

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO₂) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esos 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales¹⁸.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y

¹⁸<http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>

frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., *et al*)¹⁹.

Algunos climatólogos urbanos apuntan que el origen del problema del cambio climático, está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa. El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable (Irma Rosas P., *et al*).

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera. Un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua, lo que le conferirá un color y una respuesta espectral distinta. Esta modificación se manifiesta en un calor sensible mucho mayor que el latente (Irma Rosas P., *et al*).

¹⁹ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental, puesto que se mantiene una superficie de 117'443,990 m² con cobertura vegetal (como se citó anteriormente) en el sistema ambiental, la cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la cobertura vegetal del predio queda en segundo término, pues sólo se afectará el 2.89% de su cobertura, en tanto que el 97.11% permanecerá en estado natural.

6.7. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Este apartado se analiza en el capítulo 7 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad.

6.8. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELO

Este apartado se analiza en el capítulo 7 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no ocasionará la erosión de los suelos.

CAPÍTULO 7

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

7.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

7.1.1. No se compromete la Biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

El concepto fue acuñado en 1985, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos. Edward O. Wilson (1929), entomólogo de la Universidad de Harvard y prolífico escritor sobre el tema de conservación, quien tituló la publicación de los resultados del foro en 1988 como “Biodiversidad”.

Los seres humanos hemos aprovechado la variabilidad genética y “domesticado” por medio de la selección artificial a varias especies; al hacerlo hemos creado una multitud de razas de maíces, frijoles, calabazas, chiles, caballos, vacas, borregos y de muchas otras especies. Las variedades de especies domésticas, los procesos

empleados para crearlas y las tradiciones orales que las mantienen son parte de la biodiversidad cultural.

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

Tomando en consideración lo antes mencionado, a continuación, se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad, para lo cual se consideró un análisis de los tres atributos de la biodiversidad: la composición de especies y la estructura del ecosistema; para el caso de la función de las especies sólo se consideró en el análisis a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

a. Composición de especies

Para el análisis de este atributo de la Biodiversidad se consideraron los datos de diversidad específica obtenidos del inventario forestal y del inventario faunístico para el predio del proyecto y la unidad testigo, es decir, el número de especies presentes en la comunidad a nivel de todo el ecosistema (diversidad gamma) y por estrato de la vegetación o grupo faunístico en cada unidad de análisis (diversidad alfa).

a.1. Flora silvestre

A nivel de la **unidad testigo dentro del sistema ambiental**, se tuvo el registro de 28 especies distribuidas en 19 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Arecaceae y Poaceae con 3 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 2 o 1 especie.

A nivel del estrato arbóreo se registraron 10 especies distribuidas en 8 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Arecaceae y Sapotaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie.

El estrato arbustivo se encuentra compuesto por 12 especies distribuidas en 10 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Arecaceae y Fabaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie.

Finalmente, el estrato herbáceo se encuentra compuesto por 18 especies distribuidas en 13 familias, de las cuales las familias mejor representadas son la Poaceae con 3 registros; seguida de las familias Arecaceae, Asteraceae y Rubiaceae con 2 especies cada una; el resto de las familias está compuesta por 1 especie.

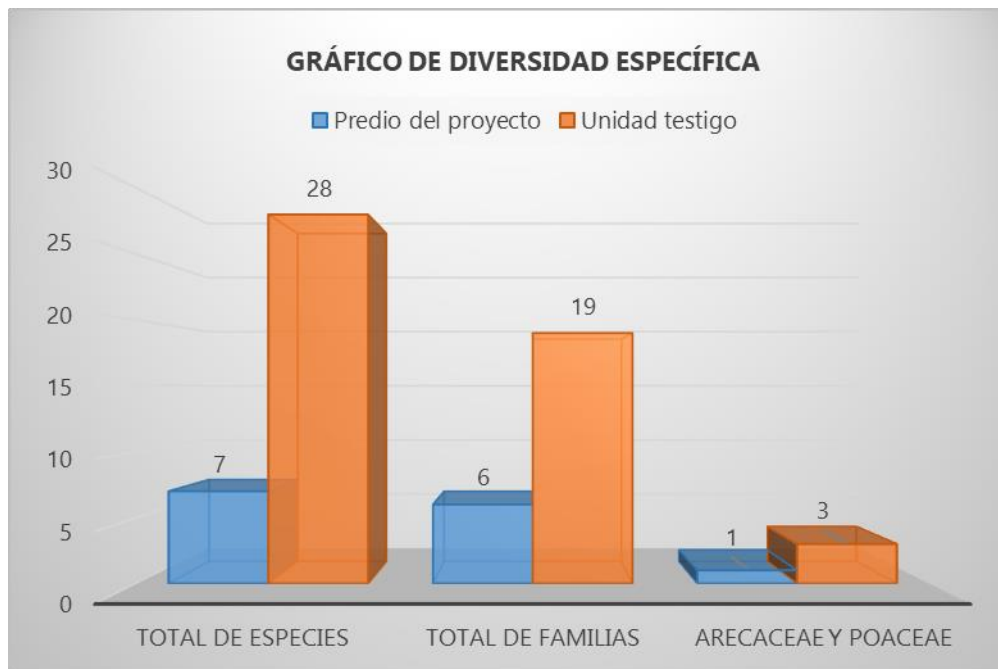
Por otra parte, **a nivel de la superficie de CUSTF**, se obtuvo el registro de 7 especies vegetales, distribuidas en 6 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie.

A nivel del estrato arbóreo se obtuvo el registro de 3 especies vegetales en el estrato arbóreo, distribuidas en 2 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie.

En el estrato arbustivo se obtuvo el registro de 3 especies vegetales en el estrato arbustivo, distribuidas en 3 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie.

Finalmente, en el estrato herbáceo se obtuvo el registro de 5 especies vegetales distribuidas en 5 familias. Todas las familias están representadas por una sola especie.

Haciendo un análisis comparativo con respecto a los resultados obtenidos en la composición de especies, obtenemos lo siguiente:



Como puede observarse en el gráfico que antecede, podemos determinar que la riqueza específica o diversidad de especies es superior dentro de la unidad testigo; pues registra un mayor número de especies y familias.

Haciendo el análisis anterior con base en los distintos estratos que integran la vegetación, se obtiene lo siguiente.



Conforme al gráfico que precede, se observa que la unidad testigo dentro del sistema ambiental, presenta una mayor riqueza específica, pues supera por mucho el número de especies presentes en los tres estratos de matorral costero; en tanto que a nivel de la superficie de CUSTF, esa riqueza es baja.

En otro orden de ideas, de acuerdo con el inventario forestal realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies, conforme a lo siguiente.

De acuerdo con un análisis realizado en relación a la composición de especies, tanto a nivel del predio testigo, como a nivel del predio del proyecto, en suma, obtenemos el registro de 29 especies entre ambos sistemas, de las cuales comparten 6 especies; así mismo, se determinó que 1 especie fue registrada en la

superficie de CUSTF, pero no en el predio testigo; mientras que 28 especies son exclusivas del predio testigo, es decir, no fueron registradas en la superficie de aprovechamiento.

Con base en los datos presentados anteriormente, podemos determinar la **diversidad Beta** del ecosistema en estudio, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

Para el caso del presente estudio, la diversidad Beta se estimó con base en la presencia-ausencia de especies analizada con antelación, utilizando en el **Coefficiente de similitud de Jaccard**, el cual se calcula conforme a la siguiente ecuación.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

I_J= Coeficiente de similitud de Jaccard

a= 28 especies registradas en el predio testigo

b= 7 especies registradas en el predio del proyecto

c= 6 especies compartidas

$$I_J = \frac{6}{28 + 7 - 6}$$

$$I_J = \frac{6}{29}$$

$$I_J = 0.21$$

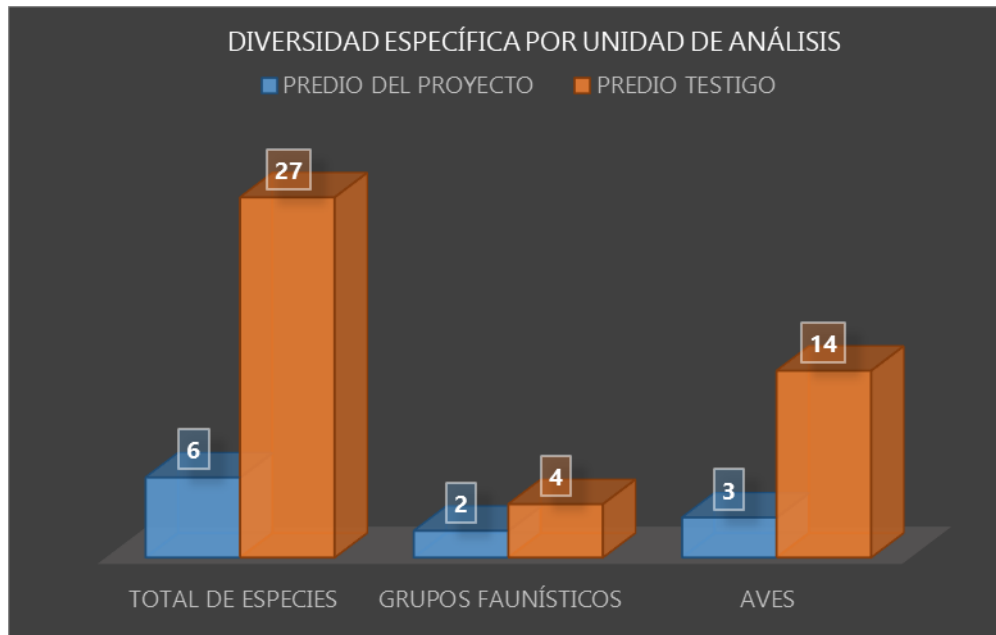
De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (unidad testigo y superficie de CUSTF), que puede considerarse de nivel bajo, pues el valor del índice calculado es muy bajo ($I_j = 0.21$) con respecto al valor máximo que es 1, considerando que el modelo supone que el valor de 1, indica una similitud total; sin embargo, dicha disimilitud se debe a que el 85.71% de las especies registradas en la superficie de CUSTF, se encuentran presentes dentro del sistema ambiental; en tanto que la unidad testigo registro 22 especies adicionales a las compartidas, lo que la hace altamente distinta a la riqueza específica registrada en el área de CUSTF.

a.2. Fauna silvestre

Conforme a los datos de composición faunística presentados en el capítulo 4 del presente estudio, se contó con un registro de 27 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 14 especies distribuidas en 6 órdenes y 11 familias. Seguido en orden de importancia está el grupo de los reptiles representados por 7 especies distribuidas en 1 orden y 5 familias; los mamíferos con 6 especies en 4 órdenes y 5 familias; y por último tenemos al grupo de los anfibios con 1 especie distribuida en 1 orden y 1 familia.

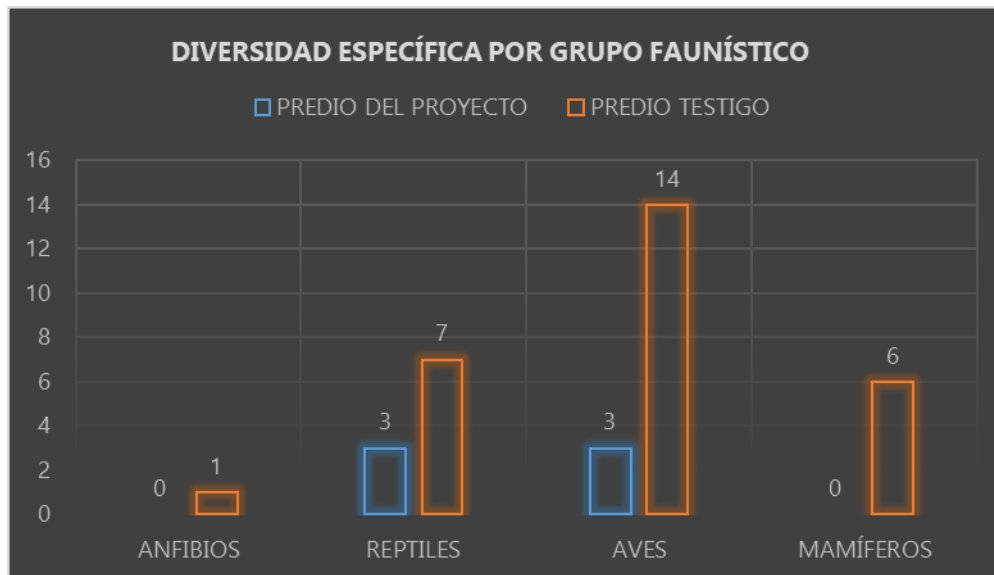
Por otra parte, de acuerdo con los datos presentados en ese mismo capítulo 4, al interior de la superficie de CUSTF se registraron 6 especies de fauna silvestre pertenecientes a dos grupos taxonómicos, ambos representados por 3 especies. No se contó con el registro de mamíferos y anfibios.

Haciendo un análisis de los resultados en la composición de especies de fauna silvestre entre ambas unidades de análisis, obtenemos lo siguiente:



Como puede observarse en el gráfico que antecede, podemos determinar que la riqueza específica o diversidad de especies (fauna) a nivel de la unidad testigo, es mayor que la registrada a nivel de la superficie de CUSTF; pues observamos que poseen una diferencia significativa de 21 especies (siendo mayor el número en el predio testigo); y un número de especies de aves también superior en el predio testigo con una diferencia de 11 especies. Es de notar que una de las principales diferencias entre ambas unidades de análisis es la ausencia de anfibios y mamíferos en la superficie de CUSTF, y la presencia de estos grupos dentro del sistema ambiental, pues se trata de organismos indicador del buen estado de conservación de un ecosistema, dada su fragilidad debido a la especificidad de su hábitat.

Ahora bien, si comparamos los registros del predio testigo con los registros de la superficie de CUSTF, por grupo faunístico, obtenemos lo siguiente.



De acuerdo con los datos presentados en el gráfico que antecede, se puede determinar que, a nivel de todos los grupos faunísticos, la composición de especies es mayor en la unidad testigo, lo que nos indica que se trata de una comunidad mejor estructurada y con mejor grado de conservación. Aunque también se puede observar que los anfibios y mamíferos están presentes en el sistema ambiental, pero están ausentes dentro de la superficie de CUSTF.

En otro orden de ideas, de acuerdo con el inventario faunístico realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies de fauna, conforme a lo siguiente.

De acuerdo con el análisis realizado en relación a la composición de especies de fauna silvestre, tanto a nivel del predio testigo, como a nivel del predio del proyecto, obtenemos el registro de 28 especies entre ambas unidades de análisis, de las cuales comparten 6 especies; así mismo, determinamos que 22 especies fueron registradas sólo en el predio testigo o sistema ambiental, pero no en la

superficie de aprovechamiento; y todas las especies registradas dentro de la superficie de CUSTF, fueron registradas también dentro de la unidad testigo.

Con base en los datos presentados anteriormente, también podemos determinar la **diversidad Beta** de la flora silvestre, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Para el caso del presente estudio, la diversidad Beta también se estimó con base en la presencia-ausencia de especies analizada con antelación, utilizando en el **Coefficiente de similitud de Jaccard**, el cual ya fue descrito con anterioridad; por lo tanto, si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

I_j= Coeficiente de similitud de Jaccard

a= 28 especies registradas en el predio testigo

b= 6 especies registradas en el predio del proyecto

c= 6 especies compartidas

$$I_j = \frac{6}{28 + 6 - 6}$$

$$I_j = \frac{6}{28}$$

$$I_j = 0.21$$

De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (predio testigo y superficie de CUSTF), que puede considerarse de nivel bajo, pues el valor del índice calculado es de apenas $I_j = 0.21$, muy lejano al valor máximo que es 1, considerando que el modelo supone que el valor de 1, indica una similitud total. Esto se debe principalmente a que todas las especies registradas dentro de la superficie de CUSTF, también fueron registradas dentro de la unidad testigo en el sistema ambiental, en donde incluso se registró la presencia de anfibios y mamíferos; es decir, las 6 especies registradas en el área de desplante, están presentes ya sea en el predio testigo o en el sistema ambiental.

b. Estructura del ecosistema

Para el estudio de este componente de la biodiversidad, particularmente para la flora silvestre, se utilizaron los resultados obtenidos en el cálculo del índice de valor de importancia por cada estrato de la vegetación, tanto en el predio testigo como en el predio del proyecto, así como los índices de diversidad también por cada estrato de la vegetación. En el caso de la fauna silvestre sólo se utilizaron los índices de diversidad calculados por cada grupo faunístico y por cada unidad de análisis, ya que el índice de valor de importancia sólo es aplicable para el estudio y análisis de flora silvestre.

b.1. Flora silvestre

El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura observada en cada situación particular es la mejor respuesta del ecosistema a sus

propias características (Valerio, 1997). De igual forma las especies con dominancia relativamente alta, probablemente son las que mejor se adaptan a las condiciones físicas del hábitat (Daubenmire, 1968, citado por Costa Neto, 1990), además de ser los principales organismos que contribuyen a la estructura horizontal que se observa.

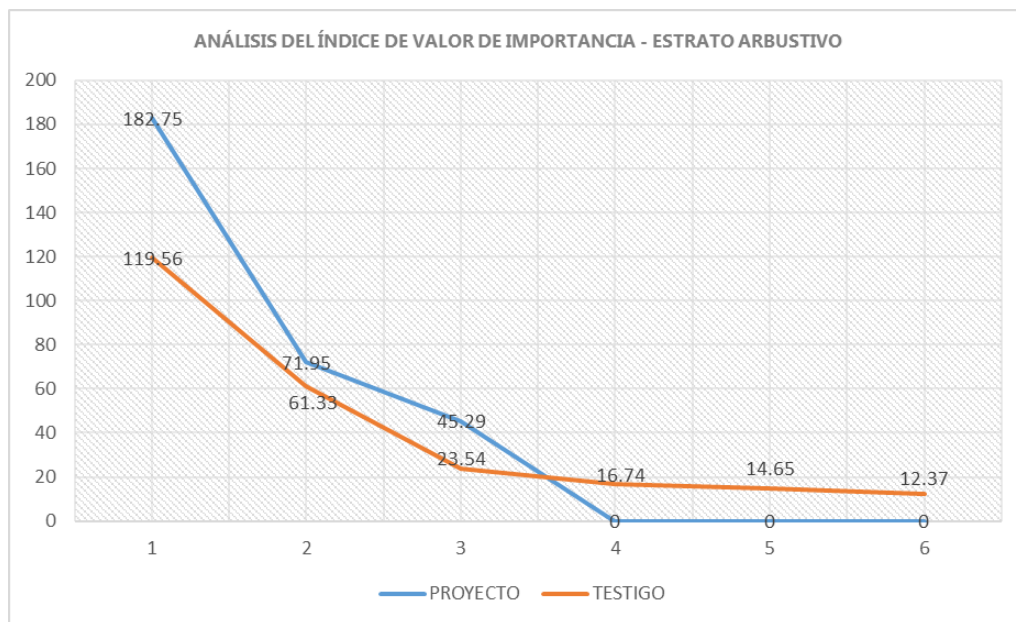
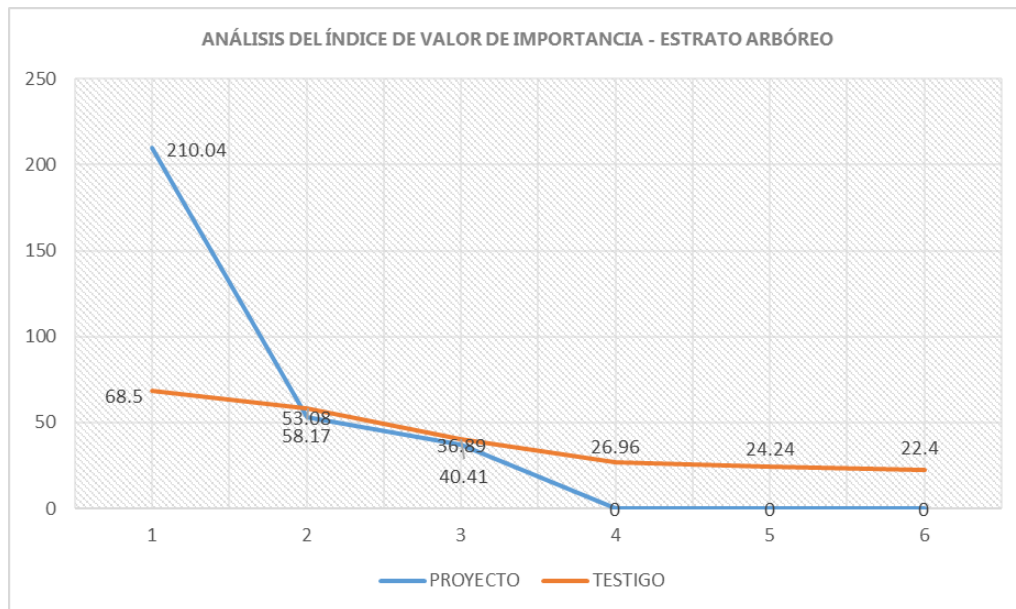
De acuerdo con los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo 4 para para las especies que componen la vegetación a nivel de la superficie de CUSTF, tenemos lo siguiente.

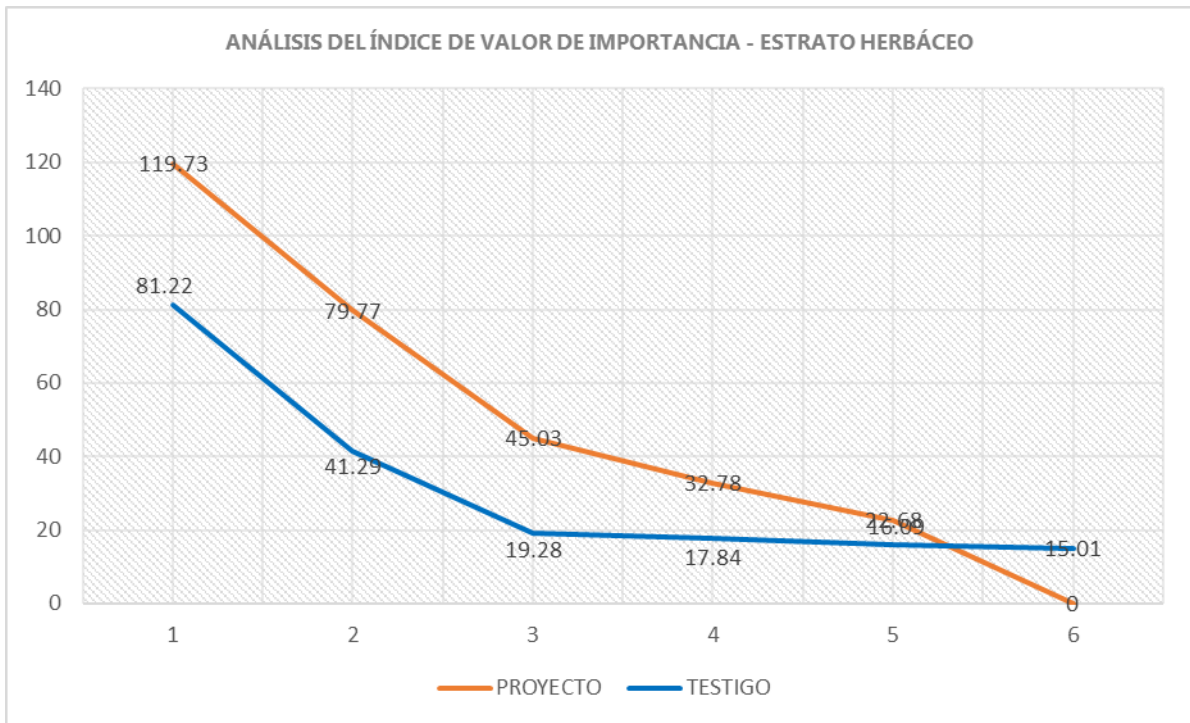
ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO		ESTRATO HERBÁCEO	
ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	210.04	<i>Thrinax radiata</i>	182.75	<i>Ernodea littoralis</i>	119.73
<i>Pouteria campechiana</i>	53.08	<i>Pithecellobium keyense</i>	71.95	<i>Hymenocallis littoralis</i>	79.77
<i>Pouteria unilocularis</i>	36.89	<i>Chrysobalanus icaco</i>	45.29	<i>Thrinax radiata</i>	45.03
				<i>Pithecellobium keyense</i>	32.78
				<i>Chrysobalanus icaco</i>	22.68

Por otra parte, considerando los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo 4 para para las especies que componen la vegetación a nivel de la superficie de la unidad testigo, tenemos lo siguiente.

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO		ESTRATO HERBÁCEO	
ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI	ESPECIES	IVI
<i>Thrinax radiata</i>	68.50	<i>Thrinax radiata</i>	119.56	<i>Thrinax radiata</i>	81.22
<i>Coccoloba uvifera</i>	58.17	<i>Pithecellobium keyense</i>	61.33	<i>Pithecellobium keyense</i>	41.29
<i>Neea psychotrioides</i>	40.41	<i>Cordia sebestena</i>	23.54	<i>Coccoloba uvifera</i>	19.28
<i>Cordia sebestena</i>	26.96	<i>Neea psychotrioides</i>	16.74	<i>Ernodea littoralis</i>	17.84
<i>Cocos nucifera</i>	24.24	<i>Coccoloba uvifera</i>	14.65	<i>Hymenocallis littoralis</i>	16.09
<i>Pithecellobium keyense</i>	22.40	<i>Sophora tomentosa</i>	12.37	<i>Lantana camara</i>	15.01

De acuerdo con los datos presentados con respecto a los índices de valor de importancia, tanto para la unidad testigo como para la superficie de CUSTF, podemos concluir que la estructura del ecosistema presente dentro del predio testigo es muy disímil a la estructura de la vegetación dentro del predio del proyecto, como se observa en los siguientes gráficos.





Como se puede observar en los gráficos que preceden, se determina que a nivel del estrato arbóreo, las especies más importantes conforme al valor de IVI, se distribuyen homogéneamente, sin que se observe la predominancia sobre marcada entre una especie y otra; condición muy diferente a lo observado en la superficie de CUSTF, en donde la especie más importante predomina sobre el resto; además del registro de sólo 3 especies en este estrato, indicando una distribución más heterogénea en cuanto a su composición.

A nivel del estrato arbustivo, observamos que la especie más importante, en ambas unidades de análisis predomina sobre el resto; sin embargo, el resto de las especies más importantes se distribuye más homogéneamente en la unidad testigo que en la superficie de CUSTF; además del registro de sólo 3 especies en este estrato en el área de aprovechamiento, indicando una distribución más heterogénea en cuanto a su composición.

Finalmente, a nivel del estrato herbáceo observamos que las 2 especies más importantes, en ambas unidades de análisis, predomina sobre las demás; en tanto que los 4 restantes se distribuyen homogéneamente en la unidad testigo, pero de manera heterogénea en la superficie de CUSTF.

En otro orden de ideas, y relacionando el índice de valor de importancia registradas por las especies en los estratos que componen el matorral costero, en ambas unidades de análisis, concluimos lo siguiente:

- Tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo, en ambas unidades de análisis, la especie más importante es *Thrinax radiata* (chit), una condición típica en un ecosistema de matorral costero; lo que significa que aun cuando es una de las especies que será afectada con el CUSTF, su diversidad o acervo genético no se ve comprometido con el desarrollo del proyecto, pues está presente dentro del sistema ambiental, dentro de la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca, además de las áreas de conservación del predio; e incluso se propone el rescate y reubicación del 100% de los ejemplares presentes.
- A nivel del estrato herbáceo, la especie *Thrinax radiata* (chit) es la más importante a nivel de la unidad testigo; en tanto que a nivel de la superficie de CUSTF se trata de la especie *Ernodea littoralis* (enredadera de playa). Esto nos permite asumir que existe una mejor calidad de regeneración en la unidad testigo, que en la superficie de CUSTF, pues la enredadera de playa es una especie con mayor distribución en las dunas costeras, pero está presente en el matorral costero del área de aprovechamiento, debido al ecotono entre ambas comunidades vegetales, además que *Ernodea littoralis* se ha desarrollado en la

superficie de CUSTF particularmente en las áreas que presentan claros sin un estrato arbóreo y arbustivo importante.

Finalmente, para el análisis de la estructura del ecosistema como un componente de la biodiversidad, consideramos los cálculos del Índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), de acuerdo con lo siguiente.

SUPERFICIE DE CUSTF		UNIDAD TESTIGO	
ESTRATO	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ESTRATOS
ARBÓREO	H' = 0.19 decits/ind	H' = 0.83 decits/ind	ARBÓREO
ARBUSTIVO	H' = 0.29 decits/ind	H' = 0.79 decits/ind	ARBUSTIVO
HERBÁCEO	H' = 0.49 decits/ind	H' = 0.94 decits/ind	HERBÁCEO
PROMEDIO	0.32 decits/ind	0.85 decits/ind	PROMEDIO

Según los datos presentados en la tabla anterior, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, indican que la vegetación presente en la unidad testigo presenta una diversidad superior, con respecto a aquella presente dentro de la superficie de aprovechamiento; pues se observa que el valor promedio del índice es mayor para el predio testigo, con una diferencia de **0.53 decits/ind**. En lo que concierne a los estratos, se determina que los tres presentes en la unidad testigo, ostenta una mayor diversidad que los registrados en la superficie de CUSTF; lo que indica que la cobertura vegetal presente en el sistema ambiental ostenta una composición de especie más diversa y con mejor distribución y estructura.

Con base en los resultados obtenidos a partir del exhaustivo análisis realizado, podemos concluir que la vegetación dentro de la unidad testigo, es

moderadamente homogénea, es decir, más equitativa, y se encuentra mejor estructurada con un estrato arbóreo bien definido, y una composición de especies tendiente al estado maduro. Considerando esto, podemos argumentar que aun cuando la vegetación dentro de la superficie de CUSTF será eliminada, podemos asumir que este hecho no compromete la biodiversidad de un ecosistema de matorral costero, pues es evidente que existen otras zonas o sitios dentro del sistema ambiental, que poseen una estructura y composición de especies con gran similitud, e incluso con mejor distribución de especies, por lo que el germoplasma de las poblaciones de flora silvestre, seguirán estando presentes dentro del sistema ambiental, y más aún dentro de la cuenca, subcuenca y microcuenca.

b.2. Fauna silvestre

Haciendo un análisis comparativo por cada grupo faunístico entre ambas unidades de análisis, y considerando el índice de diversidad calculado, obtenemos lo siguiente:

PREDIO DEL PROYECTO		UNIDAD TESTIGO	
GRUPO	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	GRUPO
ANFIBIOS	H' = 0.00 decits/ind	H' = 0.00 decits/ind	ANFIBIOS
REPTILES	H' = 0.47 decits/ind	H' = 0.78 decits/ind	REPTILES
AVES	H' = 0.37 decits/ind	H' = 1.05 decits/ind	AVES
MAMÍFEROS	H' = 0.00 decits/ind	H' = 0.66 decits/ind	MAMÍFEROS
PROMEDIO	0.21 decits/ind	0.62 decits/ind	PROMEDIO

Según los datos presentados en la tabla anterior, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos para la fauna mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, son distintos para ambas unidades de análisis, ya que se obtiene un valor promedio de **0.62 decits/ind** para la unidad testigo y de **0.21 decits/ind** a nivel de la superficie de aprovechamiento; una diferencia de **0.41**

decits/ind, lo que permite asumir que las especies reportadas para la superficie de CUSTF, también es posible encontrarlas dentro de la unidad testigo, y más aún dentro del sistema ambiental; por lo tanto, con el desarrollo del CUSTF, aun cuando se eliminará el hábitat de la fauna, no se compromete su biodiversidad, dado que las especies que serán desplazadas (no eliminadas), contarán con amplios corredores naturales para su adaptación al nuevo entorno, además que su germoplasma está representado en toda la extensión del sistema ambiental.

c. Importancia de las especies

La función de las especies como un componente de la biodiversidad, se aplicó considerando sólo aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; exclusivamente de aquellas presentes dentro de la superficie de aprovechamiento, bajo el supuesto de que pueden ser afectadas con el desarrollo del cambio de uso de suelo propuesto, y dada su importancia por encontrarse en alguna categoría de riesgo.

c.1. Especies de flora silvestre en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con el listado de especies de flora presente en la superficie de CUSTF, se tuvo como resultado que 1 especie se encuentra listada en la Norma Oficial en comento, a saber: ***Thrinax radiata (chit)***, en la categoría de especie amenazada, es decir, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir

directamente el tamaño de sus poblaciones. A continuación, se presenta la ficha técnica de esa especie²⁰.

Taxón: <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. Ver imágenes >>												
Basónimo: NA.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: Nombre común desconocido.												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ■ Campeche: J. Murphy 3, CICY, E. Ucán et al. 1025, CICY. ■ Q. Roo: H. J. Quero 2434, MEXU, E. Ucán et al. 1025, CICY. ■ Yucatán: F. Contreras 2, CICY. 												
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.												
Distribución general: Centroamérica, N Sudamérica y Trinidad.												
Habito (Vegetación): No hay información.												
Hábitats: <u>No hay información.</u>												
Climas: <u>No hay información.</u>												
Categoría de riesgo: Amenazada (NOM-059-ECO-2001).												
Uso: Sus hojas son empleadas en la construcción de casas rústicas y más recientemente en palapas de centros turísticos. También para la elaboración de escobas y trampas para langostas.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fruto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Como podemos observar, la especie mencionada anteriormente, es endémica de la Península de Yucatán; sin embargo, también se distribuye en Centroamérica, Norte de Sudamérica y en Trinidad, internacionalmente hablando; en tanto que a nivel nacional se encuentra presente en tres estados; Yucatán Campeche y Quintana Roo, por lo tanto, se asume que sus poblaciones están ampliamente distribuidas en esta y otras cuencas. Así mismo, es importante resaltar que la especie también fue registrada dentro de la unidad testigo, es decir, a nivel del sistema ambiental, figurando dentro de la más importante en los estratos arbustivo y herbáceo, por lo que puede ser localizada a nivel de la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca; así mismo, el proyecto contempla llevar a cabo su rescate, otorgándole un mayor número individuos por unidad de superficie, con lo que se asegura que el cambio de uso de suelo, no compromete su biodiversidad.

²⁰ http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=129

c.2. Especies de fauna silvestre en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se tuvo como resultado que 1 especie se encuentra listada en alguna categoría de riesgo conforma a la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber: ***Sceloporus cozumelae* (lagartija espinosa de Cozumel)**, sujeta a protección especial, es decir, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Se trata de una especie endémica de la Península de Yucatán²¹, distribuida en los Estado de Yucatán Campeche y Quintana Roo, por lo tanto, se asume que sus poblaciones están ampliamente distribuidas en esta y otras cuencas.

Sólo se conocía para el norte y noreste de Quintana Roo y norte y noroeste de Yucatán (Lee, 1996), sin embargo, recientemente se registró para el norte de Campeche cerca del límite con Yucatán (Cedeño-Vázquez et al., 2001).

Por lo anterior, se puede asumir que el cambio de uso del suelo no afectará a esta especie, dado que la duna costera con la que colinda el proyecto (ampliamente distribuida y principal hábitat de esta especie), permanecerá en estado de conservación; además que el 98.88% del predio está destinado como área de conservación, da tal modo que la especie, aun cuando puede ser desplazada, contará con amplio territorio para adaptarse a nuevos nichos.

7.1.2. No se provocará la erosión de los suelos

²¹ <http://enciclovida.mx/especies/26742-sceloporus-cozumelae>

A. Erosión potencial del suelo

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

E_p = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

R = Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr).

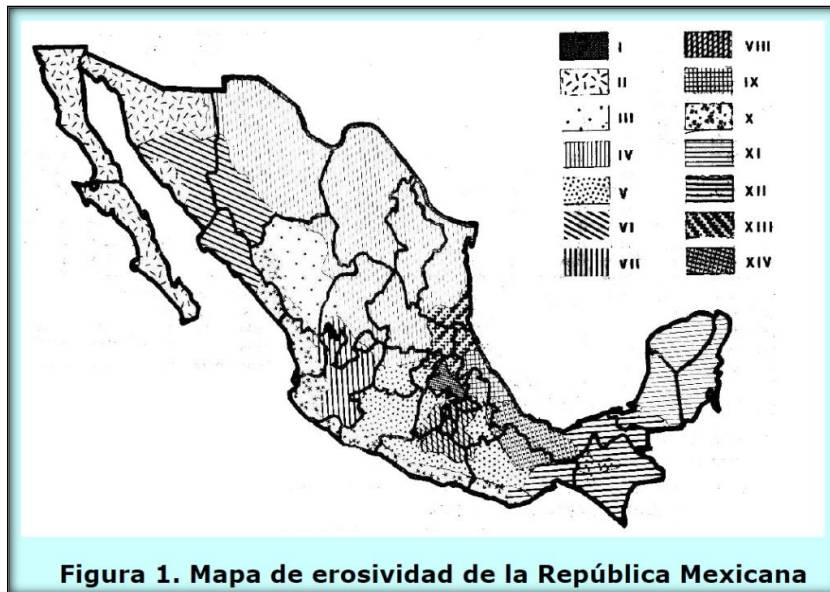
K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizar dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:

A.1. Erosividad de la lluvia (R)

Se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio, seleccionándola en el mapa de la República donde existen 14 regiones (Figura 1). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R (Cuadro 1).



Cuadro 1. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país .

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

De acuerdo con los datos de la figura 1 y el cuadro 1, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y, por lo tanto, le aplica la ecuación: $R = 3.7745P + 0.004540P^2$. Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de 1,500 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

$$R = (3.7745) (1,500) + (0.004540) (1,500)^2$$

$$R = 5,661.75 + (0.004540) (2'250,000)$$

$$R = 5,661.75 + 10,250$$

$$R = 15,876.75 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

A.2. Erosionabilidad del suelo (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Permeabilidad.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Erosionabilidad de los suelos (K) en función de la textura y el contenido de materia orgánica

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

De acuerdo con la clasificación de suelos del INEGI, se advierte que en el predio del proyecto el suelo es del tipo Arenosol (ver capítulo 4), los cuales se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad²²; con muy poca incorporación de materia orgánica, sobre un material arenoso totalmente suelto y sin ninguna cohesión entre sus partículas²³.

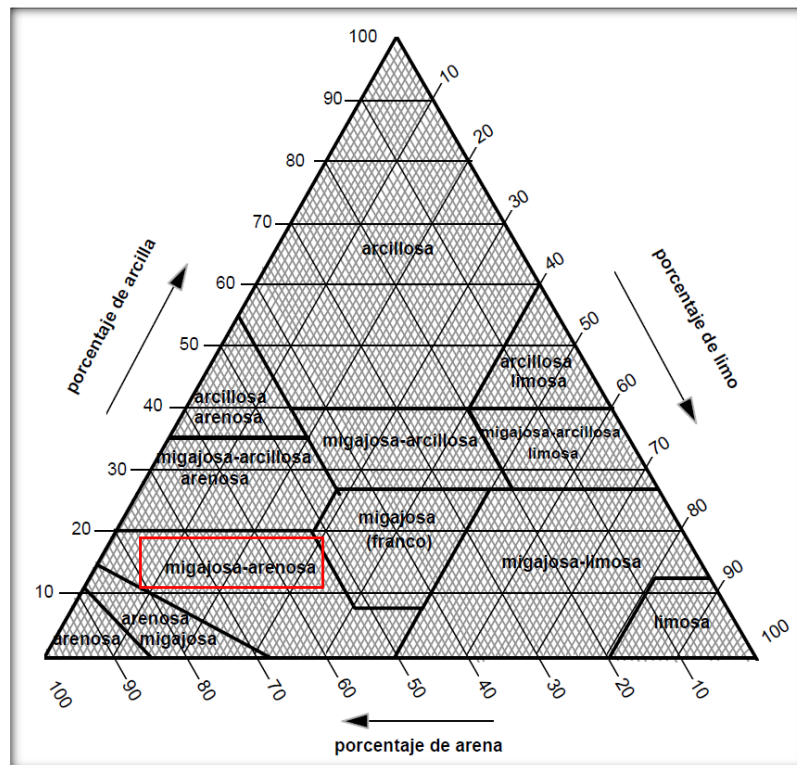
De acuerdo con el INEGI (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), las clases texturales del suelo indican cuál de las partículas de suelo (arena, limo o arcilla) domina en los 30 cm superficiales del suelo, a saber:

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.
- Textura fina. Más del 35% de arcilla.

Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural gruesa, es decir, menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa-arenosa, de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), el cual se muestra en la siguiente imagen.

²² Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología. Serie II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

²³ https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema_6.pdf



Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón-arenosa, con contenido de materia orgánica menor del 0.5%, por lo tanto, el valor de K sería 0.027 de acuerdo con los datos del cuadro 2 de la página 445.

A.3. Longitud y Grado de pendiente (LS)

De acuerdo con los resultados presentados en el capítulo 5 del presente estudio, tenemos que la pendiente media de la superficie de CUSTF es de 0.32%, con una longitud analizada de 239.606 m que corresponde a la media del largo del predio.

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor **LS** se calcula como:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

- ▶ Longitud de la pendiente= 239.606 m
- ▶ Pendiente media del terreno= 0.32
- ▶ Valor constante de "m" = 0.5

LS se calcula como:

$$LS = (239.606)^{0.5} [0.0138 + (0.00965) (0.32) + (0.00138) (0.32)^2]$$

$$LS = (15.48) [0.0138 + 0.003088 + (0.00138) (0.1024)]$$

$$LS = (15.48) (0.01688 + 0.000141)$$

$$LS = (15.48) (0.017)$$

$$LS = 0.26$$

A.4. Erosión potencial

Finalmente calculamos la **erosión potencial** como:

$$E_p = R * K * LS$$

$$E_p = (15,876.75) (0.027) (0.26)$$

$$E_p = 111.45 \text{ ton/ha/año}$$

La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 111.45 ton/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 11.14 mm (1.11 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo (arena) que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 100 cm (1000 mm) en promedio, conforme a un muestreo realizado directamente en campo, entonces podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 90.09 años, si consideramos que se estima una pérdida de 1.11 cm anuales (100 / 1.11), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no presenta susceptibilidad a la erosión.

Aunado a lo anterior, es importante considerar que la regeneración natural de un ecosistema, en clima tropical, generalmente ocurre en un plazo estimado de 6 meses, según experiencias previas en campo; lo cual resulta relevante toda vez que se trata de la primera capa cobertora a favor de la protección de los suelos; entonces se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal; y en consecuencia, en esos 6 meses se perderían 0.56 cm de tierra de acuerdo con los cálculos realizados, por lo que

no se alcanzaría el plazo de los 90 años que se requieren para que se erosione por completo el suelo existente en la superficie de CUSTF.

Considerando todo lo antes mencionado y aun cuando el cambio de uso del suelo propuesto, pueda implicar la pérdida de 1.11 cm de suelo anualmente al eliminarse la cobertura vegetal, se puede concluir que en el predio no existen erosión.

B. Factor de protección de la vegetación "C"²⁴

El proceso de erosión está fuertemente condicionado por la cobertura que ofrece la vegetación. Esta proporciona una eficaz protección al suelo, minimizando su pérdida bajo diferentes situaciones desfavorables.

La vegetación lleva a cabo su papel protector de diferentes formas: por una parte disipa la energía cinética de las gotas de lluvia, evitando que éstas incidan directamente sobre el suelo; los tallos hacen que el flujo laminar del agua al escurrir se ralentice, reduciéndose la capacidad de transporte de partículas de suelo en suspensión; las raíces proporcionan estabilidad y un aumento de la porosidad del suelo que redundará en una mayor tasa de infiltración; y además las áreas con vegetación abundante favorecen el depósito del suelo arrastrado por el agua, evitando su pérdida a través de la red de drenaje.

Este aspecto protector de la vegetación se ha puesto de relieve en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo mediante su cuantificación en un factor "C", denominado de protección de la cobertura vegetal. Obviamente el valor de este

²⁴<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf>

factor variará en función de la clase y calidad de esta cobertura, oscilando sus valores desde un mínimo del 0,001 para las cubiertas forestales más densas hasta un valor de 1 para el suelo desnudo.

Una característica especialmente reseñable de este factor es la gran facilidad con que se puede modificar, generalmente por la mano del hombre, acrecentándose o disminuyendo el proceso erosivo en función del tipo de actuación realizada, ya sea encaminada hacia usos inadecuados o hacia el control de este proceso.

Como ya se ha comentado anteriormente, los valores que puede tomar el factor C presentan una alta variabilidad, fruto tanto de la facilidad de transformación de la cubierta vegetal como de sus distintas fases de desarrollo. En las zonas de vegetación natural C se mantiene constante, generalmente, durante todo el año en contraposición de lo que ocurre en las tierras dedicadas a uso agrícola. Es en esta última situación cuando el cálculo del factor C se hace más complicado puesto que dependerá de los niveles de protección que ofrezcan las diferentes alternativas de cultivo, de la distribución local de las precipitaciones, de los niveles de productividad de los cultivos, de las distintas fases de desarrollo de éstos, de las prácticas de cultivo y del manejo de los residuos después de la cosecha.

El factor de protección “C” se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con cubierta vegetal y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad, y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo, el valor de C se reduce, y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta. Los valores de C que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la **Tabla 62**.

TABLA 62. TABLA DE VALORES DE C			
CUBIERTA VEGETAL	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Suelo desnudo	1.0	-	-
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48	-	-
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	-	-
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	-
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	-
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	-	-
Arroz	0.1 a 0.2	-	-
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	-	-
Cacahuete	0.4 a 0.8	-	-
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3	-	-
Piña	0.1 a 0.3	-	-
Bosques área cubierta del 75 al 100%*	0,003 – 0.011	-	-
Bosques área cubierta del 45 al 70%*	0.010 – 0.040	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% con residuos*	0.41	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% sin residuos*	0.84	-	-

*Tomado de: (25)

²⁵ Jesús Gracia Sánchez. Pérdida de suelo en cuencas. Versión actualizada del Capítulo 17 del Manual de Ingeniería de Ríos que el Instituto de Ingeniería elaboró para la Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México.

Para estimar la erosión del suelo consideramos que, al interior de la superficie de aprovechamiento, existe un bosque natural (matorral costero) que la cubre al 100%, pues no se pretenden aprovechar áreas sin vegetación aparente. Entonces el valor de C que se está tomando en cuenta para calcular la erosión potencial, es el de 0.003, por lo cual la fórmula sería²⁶:

$$E_p = R * K * LS * C$$

$$E_p = (15,876.75) (0.027) (0.26) (0.003)$$

$$E_p = 0.33 \text{ ton/ha/año}$$

El valor del factor de erosión estimado, con el factor de cobertura C, es de **0.33 ton/ha/año**, valor que se encuentra por debajo de la media permisible que es de 10 ton/ha/año, considerado como el valor el máximo para México²⁷. Por consiguiente, la erosión estimada considerando el desarrollo del proyecto, es despreciable y por lo tanto el proyecto es factible, ya que no se está sobrepasando el límite establecido.

En sentido de lo anterior, tenemos que el proyecto de acuerdo con su naturaleza, no provocará la erosión de los suelos; además que el predio se ubica en una zona sin erosión aparente, como se muestra en el plano de la página siguiente.

²⁶ Los valores de R, K y LS, fueron calculados en el Capítulo 8 del presente estudio.

²⁷<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

Cabe señalar que la degradación de suelos se reconocen dos procesos: 1) el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y 2) el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física) y sus características son las siguientes:

Erosión Hídrica: Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.

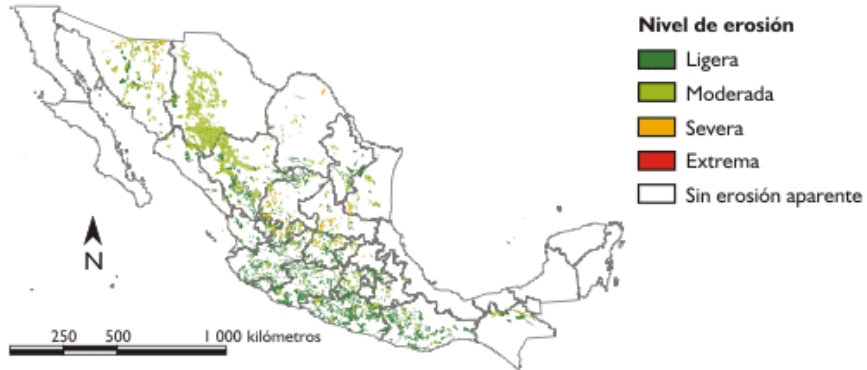
Erosión eólica: Corresponde a la provocada por el viento.

Erosión Química: Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes.

Erosión Física: Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

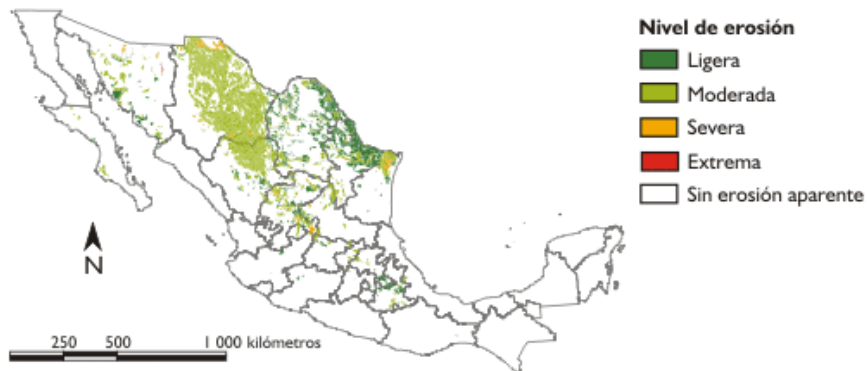
De acuerdo a los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003), para el estado de Quintana Roo la degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas corresponde a cero, es decir, no existe erosión.

Mapa 3.5 Erosión hídrica de suelos según nivel en México, 2002



Fuente:
Elaboración propia con datos de: Semarnat. Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana*, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

Mapa 3.6 Erosión eólica de suelos según nivel en México, 2002



Fuente:
Elaboración propia con datos de: Semarnat. Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana*, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

Así mismo se observa que la degradación química en la península de Yucatán, se da en el estado de Yucatán y en el estado de Quintana Roo solo en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado, no así en la parte Norte que es donde se ubica el predio del proyecto.

José Ibáñez (2006), establecen que la degradación física de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y/o el efecto del tránsito de la maquinaria pesada, y/o por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Obviamente la acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente sus propiedades hidrológicas (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial), y como corolario favoreciendo los procesos de erosión.

7.1.3. No se provocará la disminución de la captación de agua

Para poder determinar que no se provocará la disminución en la captación de agua, a continuación, se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en el sistema ambiental.

A. Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de

suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (C_e) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE K PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
 Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
 Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, considerando que el predio se ubica dentro de una zona con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (según la carta de hidrología subterránea del INEGI), y la presencia de Solonchak óretico como suelo primario, los cuales se considera que poseen una permeabilidad lente; entonces asumimos que los suelos son tipo B (suelos medianamente permeables).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,500 mm y el valor de **K** es de 0.28, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde los suelos son de tipo B ; y dado que el volumen de su masa forestal es de 11.34 m³/ha (cobertura menor al 25%), como se indica en el siguiente cuadro.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es mayor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.28) (1,500 - 250) / 2000 + (0.28 - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.28) (1250 / 2000) + (0.13 / 1.5)$$

$$C_e = (0.12) (0.625) + (0.086)$$

$$C_e = 0.075 + 0.086$$

$$C_e = 0.161$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C_e**) en la superficie de cambio de uso del suelo, con cobertura vegetal menor al 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.161.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

Donde:

V_e = Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m²)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m³)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1,000 litros de agua equivalen a 1 m³, por lo tanto, tenemos que

1,500 mm de precipitación media anual de la zona en donde se ubica el predio equivalen a 1.5 m³ de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$\mathbf{Ve = P * At * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = 1.5 \text{ m}^3 * 599.139 \text{ m}^2 * 0.161}$$

$$\mathbf{Ve = 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual (m³) * superficie de cambio de uso de suelo (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³/m²)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

$$\mathbf{I = (1.5 \text{ m}^3) (660.801 \text{ m}^2) - 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 898.71 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

$$\mathbf{I = 754.017 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de $754.017 \text{ m}^3/\text{m}^2$, y se pierden $144.69 \text{ m}^3/\text{m}^2$ anuales por escurrimiento.

B. Cantidad de agua captada en el sistema ambiental

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el sistema ambiental, la cual posee una precipitación media anual de 1,500 mm, se consideró la superficie de dicho sistema que permanecerá en estado permeable que es de $117'443,990 \text{ m}^2$ (conforme al plano de la página 177 y considerando sólo las superficies con cobertura vegetal), aplicando el mismo valor de K (0.28) utilizado para la superficie de CUSTF, bajo el supuesto de que tienen igualdad de condiciones de suelo y permeabilidad; y por lo tanto, el mismo coeficiente de escurrimiento (C_e) que fue de 0.161.

Una vez definido el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$\mathbf{Ve = P * At \text{ (superficie del SA con algún grado de permeabilidad) * } Ce}$$

$$\mathbf{Ve = P * At * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = 1.5 \text{ m}^3 * 117'443,990 \text{ m}^2 * 0.161}$$

$$\mathbf{Ve = 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

Volumen de infiltración anual: $\mathbf{I = P - Ve}$

$$I = P - Ve$$

$$I = (1.5 \text{ m}^3) (117'443,990 \text{ m}^2) - 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 176'165,985 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 28'362,723.585 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 147'803,261.415 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie del sistema ambiental que presenta cierto grado de permeabilidad, se capta un volumen de 147'803,261.415 m³/m² anuales, y se pierden 28'362,723.585 m³/m² por escurrimiento.

C. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (754.017 m³/m² anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para el sistema ambiental (28'362,723.585 m³/m²), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.0026% de la captación total que ocurre en la unidad de análisis. Entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en el sistema ambiental, e incluso a nivel del predio, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel de dicho sistema, que aquella que ocurre a nivel de la superficie de CUSTF, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

7.1.4. No se compromete la captación de agua en calidad

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y, por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de sustancias potencialmente contaminantes; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero.
- **Medida 2.** Se instalarán baños conectados a un biodigestor durante el cambio de uso del suelo, y un sistema de tratamiento de aguas residuales para la operación de la vivienda, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en el biodigestor durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y, por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 8, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

7.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se demuestra que el uso alternativo del suelo que se propone, es más productivo a largo plazo, que si se mantuviera la superficie de CUSTF en sus condiciones originales.

De acuerdo con la información presentada en el capítulo 2 del presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$237,008.10** (doscientos treinta y siete mil, ocho pesos 10/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso de suelo, considerando la renta de equipo, la contratación de mano de obra, la supervisión del proyecto, la construcción de las obras, etc., es de **\$10'855,000.00** (diez millones ochocientos cincuenta y cinco mil pesos 00/100 M. N.); los cuales permearan a distintos sectores de la sociedad, desde el gobierno Municipal, Estatal y Federal, hasta comercios locales y especializados, así como a la gente de la localidad a través de la contratación de mano de obra.

En lo que concierne a la etapa operativa de la vivienda, se contemplan gastos como pago del velador; así como gastos de combustible, alimentos, limpieza, mantenimiento, predial y otros, que en total ascienden a la cantidad de \$250,000.00 (doscientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.) anuales, que, extrapolados a los 50 años de vida útil del proyecto, asciende a un gran total de **\$12'500,000.00** (doce millones quinientos mil pesos 00/100 M.N.).

Así, el valor económico estimado por el uso que se le pretende dar al terreno forestal en cuestión, asciende a un gran total de **\$23'355,000.00** (veintitrés millones, trescientos cincuenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.) de inversión costo-beneficio. En este sentido, aunque el proyecto implica la remoción de vegetación, representa, desde el punto de vista económico, una aportación monetaria significativa, y es claramente mayor a los ingresos que implicaría el aprovechamiento de los recursos biológicos forestales, ya que éste último tan sólo equivale al **1.01%** del monto económico calculado, derivado del aprovechamiento del predio para destinarlo a usos de suelo no forestales; por lo tanto, se concluye categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo (a un tiempo estimado de 50 años), que si se mantuviera en sus condiciones originales.

7.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El impacto social que tendrá el proyecto, radica principalmente en dos aspectos sociales: 1) oferta de empleo temporal en las etapas de preparación del sitio y construcción, y permanente en la etapa operativa; y 2) la conservación de áreas con vegetación nativa a posteridad para futuras generaciones, y en beneficio de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

La oferta de trabajo será de 84 empleos de los cuales 80 se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción, es decir, serán temporales; mientras que los 4 restantes se producirán en la etapa operativa y serán permanentes; aun cuando la oferta de empleo no es significativa comparada con aquella que pudiera generar un desarrollo turístico, para la zona en la que se ubica el predio, es significativa, pues esta es escasa o nula.

En relación a las áreas de conservación, el proyecto contempla destinar el 97.20% de la superficie del predio como área de conservación, en la que se ubican ecosistemas excepcionales como manglar, duna costera y matorral costero, lo que asegura su permanencia para las generaciones futuras, además de contribuir a la continuidad de los servicios ambientales del ecosistema, lo que se traduce en un beneficio a nivel mundial con la captación de carbono; y a nivel nacional con la captación de agua pluvial; además de proteger la biodiversidad de México, que es considerado un País mega diverso.

CAPÍTULO 8

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

De acuerdo con la identificación de los impactos presentada en el capítulo 5 de este estudio, los cuales se generarán como resultado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en los elementos físicos y biológicos, a continuación, se plantean las medidas a realizar, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

8.1. MEDIDAS PARA EVITAR LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

8.1.1. Rescate de fauna silvestre

Descripción de la medida: Medida preventiva a ejecutarse de manera previa a la realización del cambio de uso del suelo; que consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre (se anexa a este capítulo), por lo tanto, en él se contemplan acciones que favorecen el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada uno de los procesos que implica el cambio de uso de suelo; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y traslado de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados a un grupo faunístico en particular, para evitar que el cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En

todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos involucrados.

Objetivo de la medida: Evitar la pérdida de las micropoblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados al ecosistema que será afectado. Con esta acción se suprime la pérdida del hábitat y la reducción de los servicios ambientales como la protección de la biodiversidad, pues los ejemplares rescatados serán reubicados en un sitio con mejor calidad ambiental sin intervención.

Acción de la medida: Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso del suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento. Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas de acuerdo con lo propuesto en el programa anexo correspondiente.

Eficacia de la medida: El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

8.1.2. Rescate de flora silvestre

Descripción de la medida: Medida preventiva y de mitigación a ejecutarse de manera previa a la realización del cambio de uso del suelo; que consiste en la extracción, previo al inicio del desmonte, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterios como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo, afecte en forma directa a la flora asociada al predio. El programa se encuentra anexo al final del presente capítulo.

Objetivo de la medida: Reducir la pérdida de las micropoblaciones de flora silvestre nativa que subsiste en la superficie de CUSTF. Con esta acción se reduce el impacto por la reducción de la cobertura vegetal, así como la reducción de los servicios ambientales, específicamente la protección de la biodiversidad; pues los ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas de conservación que poseen las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF, por estar inmersas en el mismo predio.

Acción de la medida: Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento, poniendo particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Eficacia de la medida: El rescate de flora en una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un

proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

8.1.3. Instalación de letreros

Descripción de la medida: Medida preventiva a ejecutarse a la par del trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento; que consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, así como al manejo adecuado de residuos, dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del cambio de uso del suelo, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

Objetivo de la medida: Evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre dentro de las áreas de conservación, considerando que el desmonte será gradual; así como evitar la contaminación del medio por manejo inadecuado de residuos.

Acción de la medida: Se instalarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna; así como al manejo adecuado de residuos. Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en el cambio de uso de suelo. Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.

- No extraer flora silvestre.
- Respetar las áreas de conservación.
- Respetar la flora y la fauna.
- Depositar la basura en los contenedores.
- Prohibido tirar basura.
- Separa la basura usando los contenedores.

Eficacia de la medida: Constituyéndose como un medio de difusión de las acciones de conservación de la flora y la fauna que propone el proyecto; así como de las acciones para el manejo adecuado de los residuos; su sola instalación no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo.

8.1.4. Colocación de cinta precautoria, malla delimitadora o tapias

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en la colocación de cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso”, o en su caso, malla delimitadora o tapias de madera en el perímetro de la zona de aprovechamiento, con la finalidad de que las áreas de conservación sean respetadas y funjan como refugio temporal de la fauna silvestre que esté siendo desplazada.

Objetivo de la medida: Delimitar las áreas donde se realizará el cambio de uso del suelo, considerando que el desmonte será gradual, a fin de evitar la afectación

de la flora y la fauna en las áreas de conservación. Con esta medida se reduce el impacto por la perturbación y pérdida del hábitat.

Acción de la medida: Promover y hacer obligatorio el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas de conservación; y establecer los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

Eficacia de la medida: La eficacia de la medida depende del grado de disciplina y conciencia ambiental que tenga el personal al momento de llevar a cabo sus actividades; por lo que esta medida será reforzada con pláticas ambientales dirigidas a todo el personal que labore dentro del proyecto y con la permanencia de la cinta, malla o tapias hasta finalizar el cambio de uso del suelo.

8.2. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS

8.2.1. Humedecimiento de las áreas de aprovechamiento

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en el humedecimiento de las zonas que serán desmontadas y despalmadas, con la finalidad de evitar la suspensión de partículas, y en su caso, la erosión del suelo por acción eólica.

Objetivo de la medida: Evitar que las partículas de polvo o aquellas que resulten del desmonte y despalme, sean dispersadas por el viento y se afecte el suelo por erosión eólica. Con esta medida se suprime la erosión del suelo.

Acción de la medida: Evitará que la acción del viento suspenda polvo y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de partículas, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

8.2.2. Rescate de la capa fértil del suelo

Descripción de la medida: Esta medida de mitigación consiste en el retiro de la capa de suelo fértil (sustrato con materia orgánica) durante el despalme; y su posterior resguardo dentro del vivero temporal.

Objetivo de la medida: Evitar que el proyecto ocasione la pérdida de la capa fértil del suelo (sustrato con materia orgánica). Con esta medida se reduce el efecto del impacto por la pérdida del recurso.

Acción de la medida: La capa de suelo fértil (tierra vegetal), proporcionará un sustrato rico en nutrientes que beneficiará a la vegetación que será rescatada y reubicada; además de enriquecer las áreas de conservación que lo requieran.

Eficacia de la medida: La cantidad de materia orgánica en una comunidad vegetal, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material dentro del mismo sitio, particularmente en las áreas naturales, se estará

promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, al enriquecerlas, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

8.2.3. Mantenimiento y uso adecuado del equipo para el desmonte

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en utilizar equipo y herramientas que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio contar con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar sustancias potencialmente contaminantes que sean vertidas accidentalmente al suelo por fugas accidentales.

Objetivo de la medida: Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de sustancias potencialmente contaminantes por el uso de equipo durante el desmonte y despilme, evitando el impacto al suelo por contaminación.

Acción de la medida: Se verificará que el equipo que entre en funcionamiento durante el cambio de uso del suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que se cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

Eficacia de la medida: Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que, si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

8.2.4. Plan de manejo de residuos

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del presente capítulo.

Objetivo de la medida: Evitar la contaminación durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera el impacto por un manejo inadecuado de residuos.

Acción de la medida: Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

8.2.5. Aprovechamiento y triturado del material vegetal

Descripción de la medida: Medida de mitigación que consiste en el uso del material vegetal triturado producto del desmonte, para ser utilizado en el enriquecimiento de las áreas de conservación y de las superficies donde se reubicará la flora rescatada.

Objetivo de la medida: Aprovechar el material vegetal producto del desmonte, para utilizarlo como capa protectora del suelo desnudo en las áreas con vegetación natural, lo que reduce los impactos relacionados con la pérdida del suelo o erosión de este.

Acción de la medida: El material vegetal triturado, será suficiente para proveer de un sustrato orgánico rico en nutrientes para el mantenimiento de las áreas de conservación del proyecto, particularmente de aquellas deterioradas donde se reubicará la flora que será resctada.

Eficacia de la medida: La cantidad de materia orgánica en un ecosistema, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora que será reubicada; por lo tanto, al reincorporar dicho material en forma de composta, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

8.2.6. Equipo de atención a derrames

Descripción de la medida: Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

Objetivo de la medida: Estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio, y que pudieran ocurrir durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

Acción de la medida: En caso de que ocurra algún derrame accidental durante el desarrollo del proyecto, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

Eficacia de la medida: Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

8.3. MEDIDAS EN BENEFICIO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la afectación a la captación de agua en calidad, y en su caso, medidas de mitigación para minimizar la reducción en la captación del agua en cantidad.

8.3.1. Áreas permeables

Descripción de la medida: Medida de mitigación que consiste en mantener áreas permeables dentro de la superficie del predio.

Objetivo de la medida: Se mantendrá dentro del predio áreas permeables. Con esta medida se reduce la afectación a la captación de agua en cantidad derivado de la reducción de la cobertura vegetal del predio.

Acción de la medida: La superficie del predio destinada como área permeable (20,292.053 m²), permitirá la captación de agua hacia el subsuelo alimentando los mantos acuíferos, aunque de manera lenta, pues los suelos presentes son moderadamente permeables, lo que beneficia la captación de agua en calidad.

Eficacia de la medida: Las áreas permeables que propone el proyecto, serán respetadas como tales.

8.3.2. Instalación de baños

Descripción de la medida: Medida preventiva consistente en la construcción de baños que estarán al servicio de los trabajadores, y que estarán conectados a un biodigestor.

Objetivo de la medida: Evitar la contaminación del medio por micción y defecación al aire libre, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Acción de la medida: Evitará la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de aguas residuales al medio, sin previo tratamiento. Con la medida se evitará que dichos residuos penetren al subsuelo y alcancen el acuífero; por lo que se evitará el deterioro de la calidad del agua pluvial que pueda ser captada.

Eficacia de la medida: El uso de baños dentro de las obras, es una práctica común en el desarrollo de cualquier proyecto, y el uso adecuado de los mismos permite alcanzar el 100% de efectividad de la medida; sin embargo, ello depende del grado de disciplina y conciencia ambiental del personal de la obra, por lo que será reforzada con capacitación a través de pláticas ambientales y reglamentos que indiquen la restricción y sanciones de quienes incumplan con la medida aquí citada.

8.3.3. Instalación de contenedores para residuos

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en la instalación de contenedores debidamente rotulados para el acopio de basura, según el tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos, inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables. También se instalarán contenedores en la etapa operativa para uso de los habitantes de la

vivienda, teniendo el mismo objetivo y alcance que aquellos que serán instalados en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Objetivo de la medida: Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Acción de la medida: Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores, evitando también que sean arrojados directamente al medio, impidiendo que se conviertan en residuos potencialmente contaminantes para el acuífero subterráneo.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende de la cultura ambiental que tengan los trabajadores que serán contratados; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales como la capacitación constante en materia de manejo de residuos, así como el establecimiento de un reglamento de obra que incluya puntos específicos sobre el manejo de residuos generados, sin dejar de fuera las sanciones a que se harán acreedores los que lo incumplan; lo anterior a efecto de poder alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

8.3.4. Plan de manejo de residuos

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del presente capítulo.

Objetivo de la medida: Evitar la contaminación durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera el impacto por un manejo inadecuado de residuos.

Acción de la medida: Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

8.3.5. Mantenimiento y uso adecuado del equipo para construcción

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en utilizar equipo y herramientas que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que contar con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar sustancias potencialmente contaminantes que sean vertidas accidentalmente al suelo por fugas accidentales.

Objetivo de la medida: Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de sustancias potencialmente contaminantes por el uso de equipo durante el proceso constructivo y la preparación del sitio, evitando el impacto a la hidrología por contaminación.

Acción de la medida: Se verificará que el equipo que entre en funcionamiento durante el cambio de uso del suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que se cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

8.3.6. Equipo de atención a derrames

Descripción de la medida: Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

Objetivo de la medida: Estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio, y que pudieran ocurrir durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

Acción de la medida: En caso de que ocurra algún derrame accidental durante el desarrollo del proyecto, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo

de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

Eficacia de la medida: Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

8.4. MEDIDAS ADICIONALES

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas y de mitigación adicionales a las ya descritas.

8.4.1. Desmonte gradual y manual

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en realizar el desmonte de manera paulatina y manual, para evitar que la acción del viento o de

la lluvia afecte las zonas de aprovechamiento y en su caso, origine la erosión del suelo; así como evitar la pérdida de especies de flora y fauna debido a un avance descontrolado del desmonte.

Objetivo de la medida: Reducir la magnitud de los impactos sobre la protección de los suelos y la protección de la biodiversidad; y evitar la pérdida de fauna de lento desplazamiento, así como elementos florísticos de especial relevancia.

Acción de la medida: Consiste en la remoción manual de la vegetación, de tal manera que se brinde el tiempo necesario para que la acción del viento y de la lluvia no afecte las zonas de aprovechamiento, mientras se aplican las medidas de conservación de suelos; así como el tiempo necesario para llevar a cabo las acciones de rescate de flora y fauna que se proponen en el presente estudio.

Eficacia de la medida: El desmonte gradual y manual de la vegetación permite que no queden expuestas a las condiciones del medio (viento o lluvia), grandes extensiones de terreno, lo que en su caso podría ocasionar la erosión del suelo. Así mismo, permite llevar a cabo todas las acciones en los tiempos previstos, incluyendo el rescate de la flora y la fauna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

8.4.2. Pláticas ambientales

Descripción de la medida: Medida preventiva que consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal,

hacer del conocimiento al personal involucrado en el cambio de uso del suelo, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

Objetivo de la medida: Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad.

Acción de la medida: La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el cambio de uso del suelo; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos, sanitarios móviles y programas diversos.

8.4.3. Supervisión del cambio de uso de suelo

Se contratarán los servicios de un Ingeniero Forestal que cuente con Registro Forestal Nacional, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante

todas las etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos forestales del sitio; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta H. Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto. Se anexa un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

Objetivo de la medida: Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad, así como aquellos que comprometan la captación de agua en calidad y cantidad.

Acción de la medida: El Ingeniero Forestal realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo, se realice en apego al programa de vigilancia y seguimiento ambiental que se anexa al final del presente capítulo; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso. Estas acciones se fundamentan en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, el cual se anexa al final del presente capítulo.

Eficacia de la medida: La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique el cambio de uso de suelo, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta

aplicación de las medidas propuestas en este capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

8.5. PROGRAMAS ANEXOS

8.5.1. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental

8.5.2. Programa de rescate de flora silvestre

8.5.3. Programa de rescate de fauna silvestre

8.5.4. Plan de manejo de residuos

A continuación, se presenta el contenido de los programas que se propusieron en este capítulo como medidas preventivas y de mitigación ante los impactos ambientales que ocasionará el proyecto.

ANEXO 1

PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

I. INTRODUCCIÓN

El presente programa incluye información suficiente, así como la forma de obtenerla, interpretarla y almacenarla, para la realización del conjunto de análisis, toma de datos y comprobaciones, que permitan revisar la evolución de los valores que toman los parámetros ambientales y de los que se admitieron para la implementación del proyecto, durante la fase de cambio de uso del suelo.

Este programa va dirigido a todas las instancias que participen en las actividades de cambio de uso del suelo: contratista, director de obras, organismo medioambiental competente y otros organismos encargados de la gestión ambiental del proyecto.

La vigilancia ambiental tendrá dos ámbitos de aplicación:

- a) El control de la calidad de la obra, es decir, la supervisión de que se ejecute según lo proyectado en lo relativo a la superficie de cambio de uso del suelo o área de aprovechamiento programada; y
- b) El control de la calidad de los componentes del entorno, a través de la medición o del cálculo de sus parámetros partiendo del estado cero, para poder corroborar o predecir su evolución de acuerdo con lo previsto.

Durante el plazo de garantía de la obra, hasta su recepción definitiva, la redacción de los informes y el control de la calidad ambiental correrá a cargo del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo que será contratado, quien determinará el alcance y la metodología de los estudios y controles.

II. OBJETIVO

El PVSA (Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental) tiene como finalidad principal llevar a buen término las medidas preventivas y de mitigación propuestas, destinadas a la minimización o desaparición de las afecciones ambientales. Además, permitirá el seguimiento de la cuantía de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible articulación de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las planificadas se demuestren insuficientes; o en su caso, la detección de posibles impactos no previstos, y la estimación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente en su momento.

Para la obtención de los objetivos antes señalados la empresa promotora del proyecto, contratará para la obra los servicios de técnico o especialista que posea los conocimientos adecuados para llevar a buen término presente programa.

Las tareas fundamentales de ese técnico, que para fines de este programa se denominará como “Supervisor ambiental”, consistirán en:

- Conocer el Documento Técnico Unificado y el resto de las condiciones ambientales señaladas en la autorización.
- Asistencia a la reunión de replanteo y realización de una visita semanal a las obras.

- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales relacionadas con el proyecto, por impactos no contemplados o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Supervisar, controlar los materiales, condiciones de ejecución, almacenamiento y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de las superficies de aprovechamiento.
- Coordinar la aplicación de medidas correctoras.
- Vigilar que el proyecto se acote correctamente al desplante propuesto, fuera del cual no deberán ejecutarse actuaciones de ningún tipo.
- Evaluar y aprobar la referida acotación, así como la sistemática y el plan de obra adoptados por la Dirección de Obra.
- Al final de la vigilancia se realizará un Informe Técnico que recoja los sucesos acaecidos durante el desarrollo de las obras, los problemas planteados y las correspondientes soluciones aplicadas, así como el control de la aplicación de las medidas correctoras.

III. COMPONENTE: VIGILANCIA AMBIENTAL

Este componente del PVSA resulta ser el más importante, ya que en él se establecen los procedimientos que se seguirán para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el

cumplimiento de cada una de ellas; además que se establecen los procedimientos para hacer las correcciones y ajustes necesarios.

III.1. Subcomponente: protección de los elementos bióticos y abióticos

Tras la reunión de replanteo, y en un plazo de tres meses, se emitirá un informe sobre las condiciones generales de la obra, dirigido a la Dirección de Obra. Este informe incluirá un Manual de Buenas Prácticas Ambientales en obra definido por el supervisor ambiental, así como el plan de rutas y accesos sobre los cuales se verificará el cumplimiento del criterio de “afectar el área más reducida posible”.

El Manual de Buenas Prácticas Ambientales será aprobado por el Director de Obra y puesto en conocimiento de todo el personal, e incluirá:

- Desmante y movimientos de tierras.
- Control de residuos y basura: aceites usados, envases, envoltura de materiales, plásticos, cartón, madera, metales, etc.
- Actuaciones prohibidas: vertidos de aceites usados, micción y defecación al aire libre, escombros y basuras en áreas de conservación, etc.
- Prácticas de conducción incluyendo velocidades máximas, equipo de bajo consumo, y obligatoriedad de circulación por los caminos estipulados en el plan de obras y replanteos.

- Prácticas para reducir impactos a la vegetación y fauna no sujeta a su aprovechamiento.
- Establecimiento de un régimen sancionador.
- Otros diversos.

Por otra parte, tomando como principio la prevención de la contaminación, la actividad se desarrollará, en la medida de lo posible, mediante el empleo de las mejores técnicas disponibles, como las que se describen a continuación.

III.1.1. Delimitación de la zona de actuación

Como primera actividad a realizar para garantizar que no se afecten superficies adicionales a las que en su momento sean autorizadas por la SEMARNAT, se llevará a cabo la delimitación de la zona de actuación, acatando las siguientes medidas de control.

Las actuaciones relacionadas con la superficie de cambio de uso de suelo, así como las zonas destinadas al acopio de materiales, almacenamiento temporal de residuos procedentes de la obra y movimiento de tierras, así como el material vegetal resultante del desmonte, se ubicarán en el interior de la superficie de aprovechamiento, sin afectar otras áreas ajenas a los usos previstos, para lo cual se colocarán elementos indicativos como letreros y cinta precautoria para establecer mayor precisión en la ubicación de dichas zonas.

En caso de generarse alguna afección medioambiental de carácter accidental fuera del ámbito señalado, se aplicará medidas correctoras y de restitución adecuadas. Se redactará un informe por parte de la Asistencia Técnica Medioambiental contratada por la Dirección de Obra, en el cual se reflejarán dichas actuaciones.

III.1.2. Protección de la calidad atmosférica

Durante el tiempo que dure la obra se llevará a cabo un control estricto de las labores de limpieza en las zonas de paso de vehículos, tanto en el entorno afectado por las obras, como en las áreas de acceso a éstas.

A la salida de las zonas de obra se dispondrá de dispositivos de limpieza de vehículos para evitar el arrastre de tierra o polvo.

El aumento de los sonidos puede crear malestar e incluso alterar el bienestar fisiológico o psicológico de los seres vivos. Es necesario eliminar o mitigar las fuentes de ruido siempre que sea posible y medir el ruido global de la obra a través de sonómetros para establecer acciones correctoras cuando se sobrepasen los valores admisibles; es por ello que, durante la fase de ejecución del cambio de uso de suelo, se aplicarán las medidas descritas en el Documento Técnico Unificado, en cuanto a las condiciones que debe cumplir la maquinaria, horarios de trabajo y reducción en origen del ruido. Así mismo, se contemplarán una serie de pautas de obligado cumplimiento para mitigar y/o reducir el nivel de ruido, tales como:

- Mantener el equipo en perfecto estado.
- Realizar los trabajos en horario diurno.
- No utilizar el equipo injustificadamente.

- Realizar las descargas especialmente ruidosas en horario diurno.

III.1.3. Protección y conservación de los suelos y generación de residuos

Se prohibirán las labores de mantenimiento y reparación del equipo en el entorno de la obra. Las reparaciones deberán hacerse preferentemente en talleres o lugares acondicionados al efecto, incluyendo aquellas habituales e imprescindibles para su buen funcionamiento.

Se tendrá especial atención en evitar verter aceites y otros contaminantes en los sistemas de alcantarillado o evacuación de las aguas residuales y/o pluviales.

Los diferentes residuos generados durante el cambio de uso del suelo, incluidos los procedentes del desmonte y despalme, los resultantes de las operaciones de preparación de los diferentes tajos, embalajes, materias primas de rechazo y de la campaña de limpieza, se gestionarán de acuerdo con lo previsto por la Autoridad Municipal competente.

Todos los residuos generados cuya valorización resulte técnica y económicamente viable serán remitidos a un valorizador de residuos debidamente autorizado. Los residuos únicamente se destinarán a eliminación si previamente queda justificado que su valorización no resulta técnica, económica o ambientalmente viable.

Los materiales no reutilizados o valorizados con destino a vertedero, serán gestionados ante la autoridad Municipal competente.

La gestión de los aceites usados u otras sustancias potencialmente contaminantes, se realizará de acuerdo con los instrumentos normativos aplicables, y en su caso, se contratará a una empresa privada para su manejo, retiro y disposición final. El almacenamiento temporal de los aceites usados y resto de residuos peligrosos, hasta el momento de su recogida por el gestor autorizado, se realizará en depósitos contenidos en cubeta o sistema de seguridad, con objeto de evitar la posible dispersión de aceites por rotura o pérdida de estanqueidad del depósito principal.

III.1.4. Protección del medio biótico

Se reflejará cualquier incidencia relacionada con la flora y la fauna, y si verificará el cumplimiento de las medidas preventivas o correctoras propuestas en el DTU, principalmente los programas de rescate correspondientes.

III.2. Subcomponente: control ambiental en fase de ejecución del proyecto

Una vez que al proyecto se le haya otorgado la autorización por parte de la autoridad competente, en este caso la SEMARNAT, el promovente estará obligado a realizar la vigilancia ambiental del proyecto, para lo cual se realizarán las siguientes acciones preliminares:

III.2.1. Coordinación del control

Verificación del inicio del proyecto, obra o actividad. Se puede llevar un control del inicio del proyecto o actividad de que se trate, de dos maneras:

- Mediante oficio en donde el promovente del proyecto informa a la autoridad ambiental competente sobre el inicio del proyecto o actividad que se haya autorizado; y
- Existencia de informes de cumplimiento y/o actos administrativos referentes al seguimiento ambiental del proyecto.

III.2.2. Revisión de antecedentes técnicos y jurídicos del proyecto

La intención de este paso es considerar y estudiar todas las referencias técnicas y jurídicas del proyecto, obra o actividad de que se trate, y de su área de influencia.

Algunos antecedentes como el estudio ambiental y los Informes de Cumplimiento Ambiental, herramientas esenciales para realizar el proceso de seguimiento, a menudo suministran y utilizan enormes cantidades de información que a veces divergen y pueden desviar los resultados del seguimiento.

III.3. Subcomponente: vigilancia ambiental en fase de ejecución del proyecto

La vigilancia ambiental proporciona elementos de juicio que permiten verificar el cumplimiento de las tareas ambientales y la veracidad de la información consignada en los Informes de Cumplimiento Ambiental; por lo que este subcomponente consta de visitas rutinarias que se llevarán a cabo para vigilar el cumplimiento de todas las medidas propuestas, así como de aquellas que se dicten en la autorización; las cuales se describen a continuación:

III.3.1. Visita ordinaria total

El objetivo de esta visita es que el supervisor ambiental verifique en el sitio el cumplimiento de todas las tareas ambientales que debe ejecutar el promovente, en todos los componentes y actividades que forman parte del proyecto, y corroborar la información reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental. Las tareas que verificará el supervisor son las que se muestran a continuación:

- Ejecución de los programas propuestos en el DTU (rescate de flora y fauna, y manejo de residuos).
- Cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Cumplimiento de los requerimientos establecidos en los actos administrativos.
- Análisis de las tendencias de calidad del medio en que se desarrolla el proyecto.
- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental, de los requeridos en los actos administrativos, y de las propuestas de actualización.

III.3.2. Visita ordinaria parcial

La visita ordinaria parcial se efectuará cuando el área de supervisión ambiental tenga un interés especial en alguna de las actividades del proyecto y/o en alguna área geográfica que se encuentran en la zona de influencia. Este interés está dado

por la importancia de los impactos de ciertas actividades y/o por el grado de sensibilidad ambiental de una o varias áreas o ecosistemas que puedan ser afectados por la ejecución del proyecto.

En una visita ordinaria parcial, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las mismas tareas ambientales de una visita ordinaria total, pero sólo de aquellas relacionadas con las actividades del proyecto o con las áreas en las que se tenga interés. Por ejemplo, verificar que se haya realizado el desmonte en la superficie de aprovechamiento solicitada, en donde el supervisor puede decidir si realiza una visita ordinaria parcial cada cierto tiempo para inspeccionar la calidad del medio ambiente en cuanto al recurso flora solamente, sin tener en cuenta agua, suelos, fauna y demás, ya que conoce que la afectación a estos otros recursos no es significativa. Es por ello que una visita parcial sólo se puede llevar a cabo cuando el supervisor ambiental tiene plena certeza de un buen manejo ambiental en el resto de las actividades del proyecto, o que los impactos al medio ambiente o a los recursos naturales asociados a éstos, son bajos.

III.3.3. Visitas extraordinarias

Se realizarán cuando ocurra o puedan ocurrir eventos que generen impactos ambientales relevantes. Esta visita es definida por el área de gestión ambiental, en caso de existir quejas de la comunidad o de entidades públicas o privadas, o cuando han ocurrido o pueden presentarse impactos ambientales significativos por el incumplimiento de las actividades que estén a cargo del promovente, o cuando se presenten impactos no previstos en el estudio ambiental (esto último se determina a través de los informes periódicos de cumplimiento ambiental). Si

las condiciones están dadas, se puede extender esta visita extraordinaria hasta lograr una ordinaria.

Mediante la visita extraordinaria, el supervisor ambiental verificará el cumplimiento de las tareas ambientales relacionadas con los impactos ambientales que ocurrieron o que van a ocurrir; verificará también la veracidad de la información incluida en el Informe de Cumplimiento Ambiental, y evaluará el impacto ambiental. Lo anterior, mediante la ejecución de las mismas actividades generales explicadas para las visitas ordinarias (revisión de documentos, inspección visual, entrevistas y mediciones, entre otras).

Todos los resultados obtenidos de las distintas visitas realizadas, quedarán debidamente asentadas en la bitácora ambiental del proyecto, la cual se describe en el siguiente apartado.

IV. COMPONENTE: SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo el seguimiento ambiental del proyecto, será necesaria la implementación de una **bitácora ambiental** o libro de registro de eventualidades de la obra. En este documento se describirá el procedimiento a seguir para registrar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante el cambio de uso del suelo dentro de la superficie de aprovechamiento proyectada.

El citado documento es de aplicación para todas las eventualidades con afección medioambiental que se produzcan con el desarrollo del proyecto. En el documento se recogerán todos aquellos eventos no previstos en el desarrollo normal de las

obras y que puedan tener de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, una afección en el entorno.

El formato del citado libro de registro o bitácora ambiental será el siguiente:

- **Objeto:** Describir el procedimiento a seguir para registrar todas aquellas eventualidades que se produzcan durante las actividades implicadas en el cambio de uso del suelo, que puedan tener una afección directa o indirecta sobre la calidad ambiental.
- **Alcance:** Este procedimiento será de aplicación para todas las eventualidades con afección medioambiental que se produzcan en el desarrollo del multicitado proyecto.
- **Ejecución:** Se recogerán todos aquellos eventos no previstos en el desarrollo normal del proyecto, que puedan tener lugar de una forma directa o indirecta, inmediata o futura, reversible o irreversible, permanente o temporal, originando una afección sobre el ambiente biótico, abiótico o perceptual.

Las personas responsables de llevar los registros en la bitácora ambiental, serán el jefe de obra y encargados diversos y el supervisor ambiental. Estas personas deberán conocer el mecanismo para el llenado de este libro y serán las encargadas de notificar a los responsables de las empresas subcontratadas la existencia del mismo y de la necesidad de su colaboración, de cara a cumplir con los objetivos planteados en este PVSA.

Se deberá redactar un modelo circular, que se remitirá a cada subcontratado con carácter previo al comienzo de sus actividades en la obra, ya que es indispensable establecer un control de las empresas subcontratadas.

A continuación, se describen algunos de los acontecimientos que, en principio, serán motivo de inscripción en la bitácora ambiental:

- 🌿 • **Vertidos o derrames:** Se hace referencia con esto a aquellos vertidos o derrames líquidos o sólidos, que se produzcan intencionada o accidentalmente en la obra y que no se encontraban planteados en un principio.
- 🌿 • **Funcionamiento defectuoso:** Se hace referencia con esto a funcionamientos defectuosos del equipo de obra que puedan originar una posible afección al medio.
- 🌿 • **Accidentes:** Se refiere a aquellos episodios que puedan motivar vertidos, derrames o funcionamientos defectuosos, ya sea de forma inmediata o futura.
- 🌿 • **Intrusión:** Se refiere con esto a episodios accidentales o no, en virtud de los cuales el equipo de trabajo invada o atraviese zonas que no se encontraban previstas inicialmente.
- 🌿 • **Externalidades a la obra:** Se hace referencia a episodios que no sean producidos por el desarrollo de la obra, sino que provengan de elementos

externos, que, entrando en el recinto de la obra, afecten algún elemento que pueda resultar perjudicial para el medio ambiente.

- **Otros:** En este apartado se incluirán cualesquiera otros aspectos que no se encuentren englobados en los apartados anteriores.

IV.1. Subcomponente: seguimiento de las emisiones de polvo

Para el seguimiento de las emisiones de polvo, producidas en su mayor parte por los trabajos de desmonte y despalme, se realizarán visitas periódicas a todas las zonas donde se localicen las fuentes emisoras. En esas visitas se observará si se cumplen las medidas adoptadas como son:

- Regar las superficies donde potencialmente puede haber una cantidad superior de polvo.
- Velocidad reducida de los camiones sobre el acceso central.
- Vigilancia de las operaciones de carga y descarga y transporte de material vegetal.
- Instalación de pantallas protectoras contra el viento.

La toma de datos se realizará mediante inspecciones visuales periódicas en las que se estimará el nivel de polvo existente en la atmósfera y la dirección predominante del viento estableciendo los lugares afectados.

Las inspecciones se realizarán una vez por semana, en las horas del día donde las emisiones de polvo se consideran altas. Como norma general, la primera inspección se realizará antes del comienzo de las actividades para tener un conocimiento de la situación previa o estado cero y poder realizar comparaciones posteriores.

IV.2. Subcomponente: seguimiento de afecciones sobre los suelos

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, el desmonte y despalme de la superficie sujeta al cambio de uso del suelo; por lo que se realizarán visitas periódicas para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto sobre el recurso, evitando que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello.

Durante las visitas se observará lo siguiente:

- La vigilancia en el desbroce inicial, desmontes y cualquier otro movimiento de tierra, para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos.
- Acopio de la tierra vegetal de tal forma que posteriormente se pueda utilizar para el mantenimiento de las plantas en vivero. Se prestará especial atención a que el acopio se realice en el lugar indicado y que corresponda a una zona menos sensible dentro del sitio. Se supervisará que los montículos de tierra no superen en ningún caso el metro y medio de altura, para evitar la pérdida de las características edáficas del sustrato.

- Se realizarán observaciones en las zonas limítrofes, con el fin de detectar cambios o alteraciones no valoradas en el estudio.

Los posibles cambios detectados en el entorno, se registrarán y analizarán para adoptar en cada caso las medidas correctoras necesarias. Se realizará un estudio detallado de las zonas afectadas, y en caso de detectar anomalías no previstas, se adoptarán nuevos diseños los cuales se ejecutarán en la mayor brevedad posible.

IV.3. Subcomponente: seguimiento de las afecciones a la flora y la fauna

Se seguirá el control de las medidas elegidas para la minimización de los impactos a la flora y la fauna del lugar que se pudiera ver afectada con el desarrollo del proyecto.

Se llevarán a cabo revisiones periódicas dos veces por semana, a fin de determinar el grado de cumplimiento de las distintas medidas enfocadas a la protección de la flora y la fauna del sitio; en particular se observará lo siguiente:

- Que se lleve a cabo el rescate de vegetación de acuerdo con el programa de rescate anexo, poniendo especial atención a que se logre rescatar el número de individuos propuestos por especie, según las técnicas de rescate planteadas.
- Que se lleve a cabo el rescate de fauna de acuerdo con el programa de rescate anexo, poniendo especial atención a que se logre rescatar aquellos individuos propuestos por especie, según las técnicas de rescate planteadas.

- Que se instalen los letreros alusivos a la protección y conservación de la flora y la fauna del sitio.
- Realizar recorridos periódicos dentro de las áreas de aprovechamiento y en las áreas de conservación, a fin de corroborar que no se esté realizando la captura, caza, extracción o comercialización de alguna especie de flora o fauna silvestre.

En caso de detectarse el incumplimiento de alguna de las medidas propuestas, se procederá a notificar dicha situación al director de obra, quien, en su caso, tendrá la obligación de subsanar las omisiones que le sean indicadas por el supervisor ambiental. En caso de reincidir en el incumplimiento de la aplicación de las medidas, se reportará dicha situación en la bitácora ambiental y en el reporte técnico correspondiente.

Para detectar posibles bajas de fauna derivadas del cambio de uso del suelo, se realizará un seguimiento periódico en busca de posibles elementos faunísticos afectados, anotando los siguientes datos:

- Especie.
- Lugar exacto de la localización del cuerpo.
- Posible fuente causante del accidente.
- Fecha y momento del día.
- Condiciones meteorológicas existentes.
- Si se encontrase algún individuo siniestrado con vida, será trasladado urgentemente a un centro especial para su recuperación.

IV.4. Subcomponente: seguimiento de manejo y disposición de residuos

Este subcomponente resulta importante puesto que de él depende que no se contamine el medio por un manejo inadecuado de residuos sólidos o líquidos que se generen durante el cambio de uso del suelo; y se basa fundamentalmente en el programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos anexo. En forma general implica las siguientes actividades, mismas que serán ejecutadas por el supervisor ambiental:

- Verificar la instalación de los letreros y los contenedores temporales para residuos, así como su debida rotulación (orgánica, inorgánica, etc.).
- Realizar recorridos periódicos en las inmediaciones del sitio del proyecto con el fin de detectar un posible manejo o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos.
- Informar al director de obra cuando se detecte algún manejo o disposición inadecuada de residuos sólidos o líquidos; y en su caso, promover una campaña de limpieza y separación de residuos para su correcto almacenamiento o posible reciclaje.
- Realizar recorridos de vigilancia dentro de las áreas que no están siendo sujetas a su aprovechamiento, a fin de corroborar que no se esté realizando la micción o defecación al aire libre; y en caso contrario, reportárselo al director de obra y promover una campaña de limpieza a fin de eliminar los elementos contaminantes del medio.

- Verificar la instalación de los sanitarios portátiles que estarán al servicio de los trabajadores, así como su correcto funcionamiento. También realizará un estudio acerca de la demanda del servicio en relación al número de trabajadores empleados en la obra, con la finalidad de determinar si el número de sanitarios instalados es suficiente, o en caso contrario, si se requiere instalar sanitarios adicionales.
- Verificar que la empresa contratada, realice la extracción y retiro de las aguas residuales generadas del biodigestor, de acuerdo con los plazos previstos en el contrato que se celebre con la misma.

V. COMPONENTE: INFORMES TÉCNICOS

Para cada tipo de informe, se realizará una ficha que identificará, para cada fase del proyecto o actividad, las obras o acciones que se contemplan ejecutar; la forma, lugar y oportunidad de su ejecución; y la referencia de la página del estudio donde se describe detalladamente dicha obra o acción. También se elaborará otra ficha en la que se identificará, para cada fase del proyecto o actividad, la normativa de carácter ambiental aplicable, incluidos los permisos ambientales sectoriales; el componente ambiental involucrado; la forma en la que se dio cumplimiento a las obligaciones contenidas en dichas normas, y el organismo de la administración del gobierno competente en su verificación, si éste estuviere establecido.

Una ficha más identificará para cada fase del proyecto o actividad, las obras o acciones que se ejecutaron; el componente ambiental involucrado; el impacto ambiental asociado; la descripción de la medida correspondiente, ya sea de mitigación, reparación, compensación, o de prevención; la forma de

implementación; el indicador que permitió cuantificar, si corresponde, el cumplimiento de la medida; la oportunidad y lugar de su implementación; y la referencia de la página del estudio donde se describe detalladamente la medida.

V.1. Subcomponente: informe de cumplimiento de medidas

Tras la especificación de las medidas para todas las variables, se propone, en cuanto a la dimensión temporal durante la fase de cambio de uso del suelo, un seguimiento que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, se indique el grado de eficacia de las medidas correctoras planteadas, el grado de acierto del estudio y los resultados obtenidos con este PVSA. Estos informes serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

V.2. Subcomponente: informe de cumplimiento de términos y condicionantes

Se dará un seguimiento a los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución del proyecto, que deberá comprender una visita semanal de media jornada al proyecto, y la elaboración de un informe periódico mensual en el que se señalen todas las incidencias observadas, se recojan todos los controles periódicos enumerados anteriormente con la periodicidad señalada, y se indique el grado de eficacia en el cumplimiento de los términos y condicionantes establecidos por la SEMARNAT en la autorización del proyecto. Estos informes

serán acompañados de un reportaje fotográfico y se enviarán al promovente a fin de que éste último realice las gestiones ambientales correspondientes.

V.3. Subcomponente: Informes especiales

Se presentarán informes especiales ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental. En concreto, se prestará especial atención en las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación o desprendimiento de materiales.
- Alerta por tormenta o huracán que ponga en riesgo el desarrollo de la obra.
- Accidentes producidos en fase de cambio de uso del suelo con consecuencias ambientales negativas.
- Accidentes de tráfico en cualquier punto de intersección.

Estos informes serán notificados al director de obra, con la finalidad de que realice los trámites y gestiones correspondientes, y en su caso, tome las medidas necesarias para reducir o eliminar el riesgo originado por los factores citados en los puntos anteriores.

VI. COMPONENTE: ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados del seguimiento ambiental permite establecer el avance, cumplimiento y efectividad de los programas que conforman el Plan de

Manejo Ambiental, con base en los resultados de la revisión del Informe de Cumplimiento Ambiental y/o en las apreciaciones obtenidas durante la visita de seguimiento ambiental.

El análisis de resultados del seguimiento ambiental se realiza a partir de:

- El informe de cumplimiento ambiental más la visita de seguimiento;
- Solamente el informe de cumplimiento ambiental, o
- Solamente la visita de seguimiento ambiental.

El análisis se centrará en los siguientes puntos:

VI.1. Cumplimiento de los objetivos del seguimiento ambiental

A cada una de las tareas ambientales a cargo del promovente, se le efectuará un análisis para establecer el cumplimiento específico de cada uno de los compromisos adquiridos en el otorgamiento de la autorización ambiental o en el establecimiento del plan de manejo ambiental.

Este análisis se realiza con la ayuda de la lista de chequeo y formatos específicos descritos en el Componente V. En esas herramientas, el supervisor ambiental encuentra todos los requerimientos normativos, los establecidos en actos administrativos y además indicadores que le proporcionan criterios y conducen su análisis.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos del seguimiento, se establecerá:

- **Suficiencia de la información:** Establecer si la información suministrada está completa. Para esto, se cuenta con la ayuda de los formatos y de la bitácora ambiental, ya descritos anteriormente.
- **Cumplimiento de las tareas ambientales:** Se determina si el promovente ha cumplido total o parcialmente con sus obligaciones ambientales y si las razones indicadas en el informe de cumplimiento ambiental, para el caso de incumplimiento, son pertinentes.

VI.2. Análisis de la efectividad de los programas que conforman el PSVA

La efectividad de los programas que conforman el PSVA se realiza con la ayuda de los reportes técnicos (ver apartado correspondiente en donde se explica la manera de utilizar estos formatos).

La bitácora integra el resultado del análisis de cumplimiento del promovente, y el análisis de las tendencias de la calidad del medio en el que se desarrolla el proyecto, con el fin de facilitar al supervisor ambiental su concepto sobre la efectividad de las medidas de manejo ambiental. Esto determina la necesidad o no de actualizar algunos programas calificados como “no efectivos”. En caso de que el informe de cumplimiento ambiental incluya ofertas de nuevas versiones de programas de manejo ambiental, éstas deben ser evaluadas por el área de gestión ambiental, apoyándose en la autorización ambiental del proyecto, con el fin de determinar si la nueva versión propuesta por el promovente solucionará los aspectos que permitieron calificar al programa vigente como “no efectivo”.

VI.3. Necesidad de realizar una visita extraordinaria a la zona

Esta necesidad se puede identificar de acuerdo con los análisis realizados en los dos puntos anteriores. En caso de que se requiera una visita extraordinaria, esta debe ser ejecutada; de lo contrario, se da paso al informe técnico de los resultados.

ANEXO 2

PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE

I. INTRODUCCIÓN

Las afectaciones a la cobertura vegetal por el desarrollo de un proyecto que implica el cambio de uso del suelo, traen consigo la eliminación de las zonas de distribución original de distintas especies de flora silvestre que ahí habitan; lo cual puede tener consecuencias adversas, ya que a su vez provee de hábitat, refugio y alimento a la fauna que ahí se desarrolla.

La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies de flora silvestre y es una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local. La reubicación de las plantas, posterior a su rescate y mantenimiento, desde un lugar geográfico a otro, es cada vez más utilizado como parte de las estrategias destinadas a resolver los impactos ambientales que se generan por el desarrollo de proyectos de diferente índole.

Previo a la revisión de las metodologías y criterios involucrados en la evaluación y monitoreo de la Flora y la Vegetación es necesario definir algunos conceptos básicos:

En primer lugar, es necesario establecer la diferencia conceptual entre Flora y Vegetación. La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella.

El objeto del estudio de la vegetación son las comunidades vegetales, su estructura y composición florística; mientras que para la flora el objeto de estudio son el conjunto de especies presentes en un lugar o área dada.

Tomando en consideración lo anterior, se tiene que este Programa se centra y toma como objeto de estudio a la flora silvestre, es decir, a las especies que componen el ecosistema que será afectado con el cambio de uso del suelo, a saber, Matorral costero.

II. JUSTIFICACIÓN

Este programa tiene la finalidad de dar a conocer los métodos y técnicas que se aplicarán durante el rescate de la vegetación que se encuentra presente en la zona de aprovechamiento del proyecto.

III. OBJETIVO DEL PROGRAMA

Llevar a cabo el rescate de la flora silvestre que se ubica dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto, a través de métodos estandarizados de colecta, con la finalidad de prevenir afectaciones directas a este recurso con el desarrollo del proyecto.

IV. METAS O ALCANCE DEL PROGRAMA

Rescatar el mayor porcentaje de ejemplares de flora silvestre que pudieran verse afectados con el desarrollo del proyecto, a fin de garantizar su permanencia en el sistema ambiental, con particular énfasis en las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El programa de colecta de flora incluye la colecta de ejemplares cuyas especies están referidas por la normatividad ambiental en algún estatus de protección, así como los ejemplares de las especies de importancia ecológica, con base en la caracterización florística del predio.

V. MÉTODOS DE RESCATE

V.1. Técnica de banqueo

Esta técnica se utilizará para la extracción de plantas enteras, es decir, desde la raíz hasta el ápice de la última rama con proyección vertical. Las actividades que se deben llevar a cabo en el desarrollo de esta técnica se describen en los siguientes apartados.

V.1.1. Construcción de zanja

En la primera etapa del banqueo se hará una zanja alrededor de la planta con el fin de formar un cepellón donde quedarán confinadas las raíces que le servirán al árbol para afianzarse al nuevo sitio. Depende de la especie, su tamaño y el tipo de suelo. El diámetro del cepellón debe ser 9 veces el diámetro del tronco del árbol, medido 30 cm arriba del cuello de la raíz. La profundidad depende de la extensión de las raíces laterales; en general se recomienda de 0.75 a 1 metro.

Los lados deben ir en declive, de tal manera que la parte superior sea mayor que la base. Por ejemplo, si el cepellón tiene 3 metros en la parte superior, su base puede tener 2 metros. Los cortes deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con los mismos criterios que se emplean en la poda de la parte aérea.



Construcción de la zanja de banqueo

V.1.2. Remoción

La remoción de cada ejemplar se realizará dependiendo de su talla, es así que, para ejemplares menores a 1 metro de altura, la remoción se podrá realizar de manera manual por una sola persona; para ejemplares entre 1 y 2 metros la remoción también se puede realizar en forma manual, pero entre dos o más personas y con ayuda de herramientas como palas o azadones.



Remoción de ejemplares entre 1 y 2 metros

V.1.3. Transporte

El método empleado en el transporte de la planta de un lugar a otro, dependerá de la distancia, de las facilidades que se disponga, de las dificultades de la ruta y del tamaño del ejemplar rescatado. Deben amarrarse y envolverse las ramas para protegerlas del viento y el sol.

Los ejemplares pequeños pueden ser transportados manualmente con la ayuda de una carretilla o con un “diablito”; los de talla grande pueden ser cargados al hombro por dos personas, o en casos extremos con la ayuda de un trascabo.

Los árboles no deben levantarse del tronco, ya que esto le causa daño a la corteza y al cepellón. Las cadenas, o preferentemente una eslinga, deben colocarse alrededor del cepellón y atarse al trascabo, cuando se decida utilizar este equipo. Una vez fuera del hoyo, puede terminarse de amarrar la parte inferior del cepellón.

En el caso particular del proyecto, considerando que las plantas removidas serán resguardadas temporalmente dentro del mismo predio (en vivero), se estima que las distancias a recorrer serán mínimas, por lo que dicho transporte se realizará en forma manual, al hombro o con carretillas o diablitos.



Forma de transporte de ejemplares rescatados

V.1.4. Embolsado

Una vez transportado el ejemplar o los ejemplares rescatados al vivero temporal, se deberá envolver el cepellón con un material que lo proteja de roturas y de la desecación, como bolsas de vivero. El tamaño de las bolsas de vivero dependerá del tamaño del cepellón de la planta.



Embolsado de ejemplares rescatados.

V.2. Recolección por material de propagación (estaqueo)

Esta técnica se utilizará para la recolección de material de propagación, y únicamente se aplicará para la obtención de estacas, ya que en la práctica los individuos que se han propagado con esta técnica, han demostrado un excelente crecimiento y sobrevivencia al proceso. Las actividades que involucra esta técnica se describen en los siguientes apartados.

V.2.1. Corte de la estaca

Las estacas son partes vegetativas de las plantas tales como raíces, ramas, brotes u hojas, capaces de generar nuevas plantas. Se utilizarán segmentos de ramas que

contengan yemas terminales o laterales que colocadas en condiciones apropiadas desarrollan raíces adventicias produciendo nuevas plantas, descartando las ramas internas pequeñas y débiles.



Estacas recolectadas durante rescates de vegetación.

Se deben tomar en cuenta varios factores como estar bien seguros de la especie, que el individuo esté libre de plagas y enfermedades y finalmente que se encuentre en el estado fisiológico adecuado, de manera que las estacas que se tomen tengan probabilidades de enraizar. El corte debe ser basal justo debajo de un nudo y el apical de 1,5 a 2 centímetros sobre el otro nudo, por lo que cada estaca debe

contener por lo menos dos nudos. El diámetro de la estaca puede variar entre 0.5 y 5 centímetros.

Es importante que el material para estacas sea obtenido de las partes jóvenes con un período de crecimiento y que sea tomado durante las primeras horas de la mañana. Las estacas se deben hacer de unos 15 a 75 cm de largo, quitando las hojas de la mitad inferior.

Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo, de lo contrario hay que reducir el área foliar, debido a que hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos u otras sustancias necesarias para que el corte sobreviva. Se puede reducir el área foliar cortando las hojas con unas tijeras y cuidando que el tejido no se dañe por machacamiento o estrujamiento.

V.2.2. Manejo del material vegetativo

Después de tomar el material de la planta madre se debe manejar con prontitud para evitar daños que puedan afectar su enraizamiento; deberá ser trasplantado en forma inmediata, para lo cual se deberá acondicionar la bolsa de vivero con sustrato que contenga suficiente drenaje para permitir el crecimiento de las nuevas raíces. La prontitud del embolsado evitará la pérdida de sabia que es de vital importancia para el crecimiento de la nueva planta.

V.2.3. Transporte

El material de propagación debe ser protegido del sol todo el tiempo, para lo que es necesario cubrir las bases con tela o algún material que guarde la humedad.

Debido a las cortas distancias que se tendrán que recorrer desde el sitio de corte de la estaca al vivero, el transporte se realizará en forma manual con carretillas o diablitos.

V.2.4. Aplicación de enraizador

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético, el cual estimula la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican en la base de las estacas.

La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos.

Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio del remojo de la base de las estacas (de 2 a 3 cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales. Sin embargo, este método es lento y poco exacto, difícil de realizar cuando los cortes son numerosos y algunas veces las hojas se marchitan durante el proceso; entonces se puede recurrir a las auxinas disponibles en aerosol.

Para las especies forestales tropicales se recomienda la inmersión de la base de las estacas en soluciones de AIB al 4% en alcohol etílico como solvente, por periodos

muy cortos (5 segundos). Posteriormente se acomoda la base de la estaca en aire frío para evaporar el alcohol, antes de colocarlas en el propagador.

V.3. Recolección de material de propagación (semillas)



La recolección de semillas se podrá realizar de diferentes formas. A continuación, se describen las principales que implican menor esfuerzo y costo de recolecta.

V.3.1. Caída natural

En el caso de varios géneros que poseen frutos de gran tamaño es habitual recolectar del suelo del bosque los frutos una vez que éstos han caído de manera natural y se han abierto. Es un procedimiento barato y no exige una mano de obra tan calificada como por ejemplo cuando hay que trepar al árbol; en esta tarea puede utilizarse a escolares o mano de obra esporádica. El tamaño del fruto es muy importante, pues cuanto mayor sea tanto más fácil será verlo y recogerlo a mano.

Los principales inconvenientes que presenta la recolección del fruto después de su caída natural son los riesgos de recoger semillas inmaduras, vacías o inviábiles, de

deterioro de la semilla o de germinación prematura cuando la recolección se retrasa, y de falta de certeza a la hora de identificar los árboles padres de los que se recoge la semilla. Los primeros frutos que caen de una manera natural en la estación suelen tener semillas de escasa calidad (Morandini 1962, Aldhous 1972).

Puede facilitarse considerablemente la eficiencia de la recolección limpiando el suelo de vegetación y residuos, incluidos los frutos antiguos o caídos prematuramente, y/o extendiendo grandes piezas de lona ligera, percal o plástico para que caigan en ellas las semillas (Turnbull 1975b). Si se programa cuidadosamente, mediante esta operación se eliminará también gran parte del riesgo de recolectar semillas vacías o inviables. Los frutos viables deben recogerse lo antes posible una vez caídos, para evitar los daños o pérdidas debido a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura. Esto es especialmente importante en el bosque tropical húmedo. Por consiguiente, la recolección de las semillas que se encuentran en el suelo debe sincronizarse perfectamente con la caída de las mismas.

A los equipos de recolección se les indicará que recolecten únicamente los frutos frescos, de color verde o amarillo. En una jornada laboral de 8 horas pueden recolectarse 50 kg de frutos por persona, lo que da un rendimiento de unos 3 kg de hueso seco.

Cuando los frutos se recolectan del suelo es frecuente que surjan dudas sobre la identidad del árbol padre. Los árboles aislados no presentan problema alguno a este respecto (aunque es posible que sean padres no convenientes debido al riesgo de autofecundación), pero en los monocultivos densos, en los que las copas se entrelazan, los frutos pueden mezclarse mucho. Esto no tiene importancia

cuando se recolectan cantidades comerciales de semilla, siempre que la calidad genética del rodal corresponda al promedio o más.

Una solución de transacción, adecuada para recolecciones que contienen una mezcla de árboles fenotípicos buenos y malos, consiste en recoger solamente los frutos que están debajo de los mejores porta granos y dentro de un radio que equivale a la mitad del radio de proyección de sus copas.

V.3.2. Sacudimiento manual

Cuando los frutos se separan con facilidad, pero la caída natural de los frutos no está suficientemente concentrada en el tiempo, puede inducirse la caída de los frutos por medios artificiales. Una posibilidad consiste en sacudir directamente con la mano los troncos de árboles pequeños y las ramas bajas. Las ramas superiores pueden sacudirse con ayuda de una vara larga terminada en un gancho, o con una cuerda. Este método ha producido buenos resultados pues facilita la recolección rápida de las semillas, con un buen nivel de viabilidad, tan pronto como la inspección visual indica que los frutos están maduros (Stead 1979, Robbins y otros 1981).

V.3.3. Recolección en las copas de árboles cortados

Un método para recolectar grandes cantidades de semilla es el que consiste en sincronizar la recolección con el desmonte de la vegetación. Cuando se van a recolectar los frutos de todos los árboles talados, la recogida de aquéllos debe posponerse, por razones de seguridad, hasta que han concluido las tareas de corta en la zona (Douglass 1969). Cuando la calidad fenotípica de los árboles padres es por el contrario más importante que la cantidad de semilla, es preferible

seleccionar, marcar y, si es posible, cortar y cosechar los frutos de árboles padres superiores antes de que se efectúe la corta principal.

Debe evitarse recolectar los frutos en los aclareos tempranos, pues es difícil juzgar correctamente la calidad fenotípica a esa edad. Al cortar es aconsejable dirigir las copas hacia los claros existentes para facilitar la recuperación de conos (Dobbs y otros 1976). Es habitual recoger a mano los conos o frutos de las copas caídas, con ayuda de rastrillos, ganchos o machetes. Los conos pequeños del tipo arracimado, pueden cosecharse cortando los extremos de las ramas que portan conos y pasándolos por una desbrozadora (Douglass 1969). Esta máquina contiene una serie de dientes, parecidos a los de un rastrillo, que se colocan lo suficientemente juntos para que queden fuera los conos.

La maraña de troncos y copas caídos y la dispersión de algunos conos durante la corta reducen muy considerablemente la productividad. Cuando las operaciones son rápidas y están muy controladas, el método más eficaz consiste posiblemente en efectuar la recolección una vez que se han limpiado y llevado los fustes, pero antes de que se haya amontonado triturado.



Semillas recolectadas.

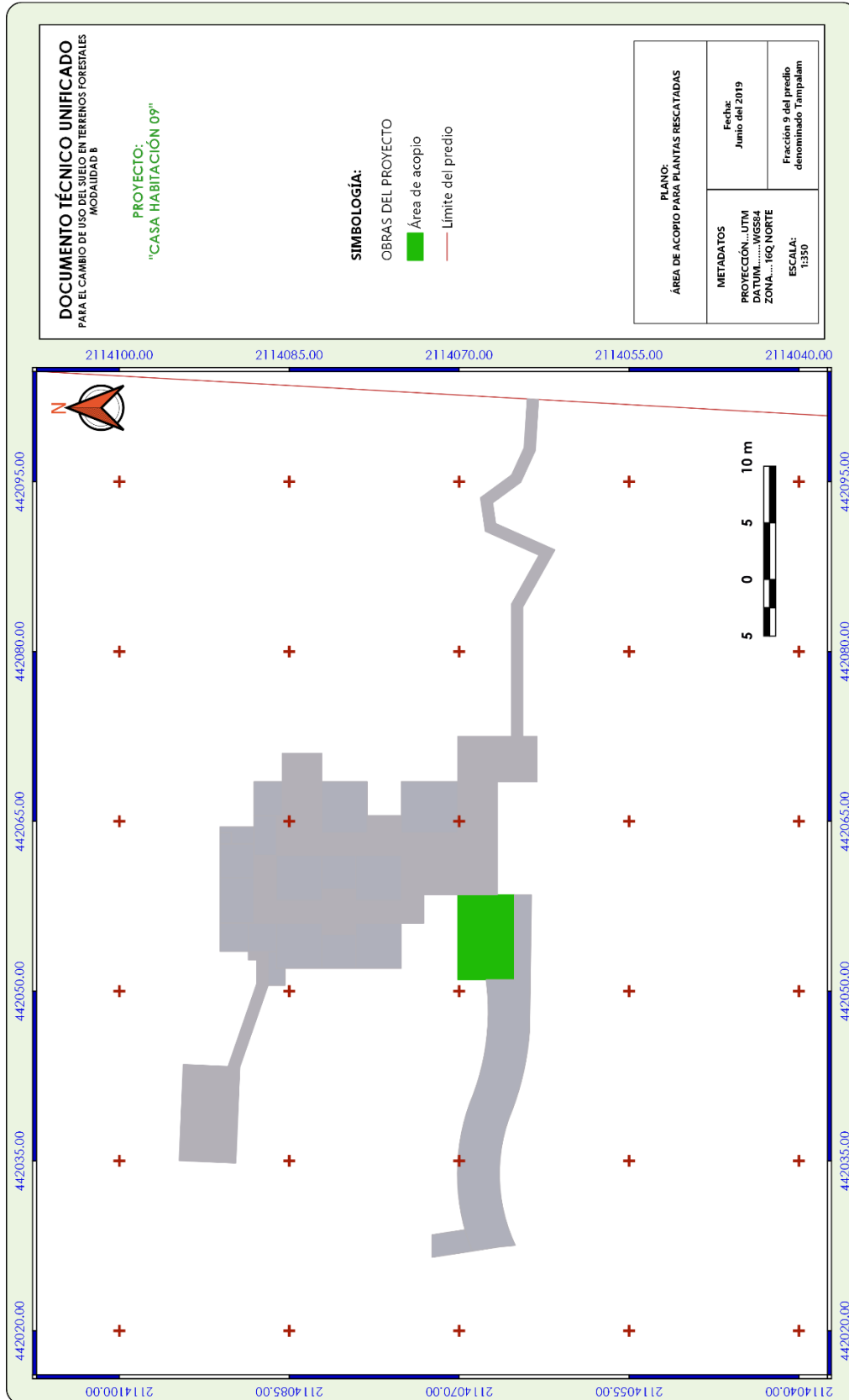
V.3.4. Recolección en árboles en pie con acceso desde el suelo

En el caso de los arbustos o árboles de ramas bajas, el recolector tiene acceso directo a los frutos de las ramas estando de pie en el suelo (Morandini 1962). Los frutos más pequeños suelen colocarse directamente en una cesta, bolsa, cubo u otro recipiente que el recolector lleva en la mano o colgado al hombro (Stein y otros 1974).



VI. LUGARES DE ACOPIO

Como área para el acopio de las plantas que serán rescatadas previo al cambio de uso del suelo, se propone la superficie que se destinará a la construcción del estacionamiento de la vivienda, como se muestra en el plano de la página siguiente.



VII. ESPECIES Y NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A RESCATAR

VII.1. Criterios de selección

Para llevar a cabo la **colecta selectiva** de la vegetación durante los trabajos de preparación del sitio, como primera etapa se realizó la selección de las especies susceptibles de rescate se acuerdo con los siguientes criterios:

- Tiene la capacidad de reproducirse a través de **material vegetativo** (hojas, ramas, raíces, etc.).
- No posee propiedades **tóxicas o urticantes** durante su manipulación.
- Se encuentra incluida dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Posee **alto valor ecológico** (fijación del suelo, alimento y refugio para la fauna, etc.).
- Presenta una **baja densidad** de individuos o es escasa a nivel del predio.
- Es una especie nativa propia del ecosistema.

VII.2. Especies objetivo

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies seleccionadas para el rescate, así como el número de individuos por especie y por talla.

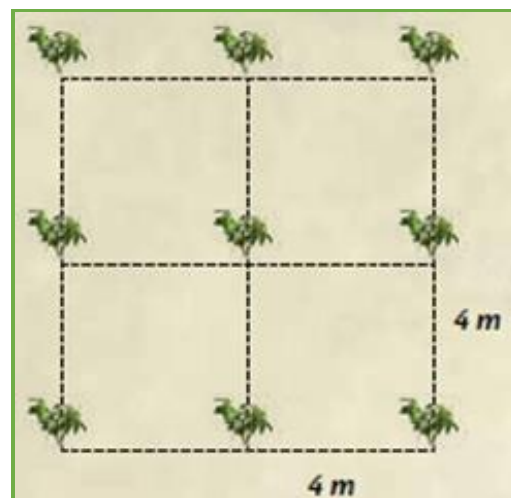
ESPECIES	TALLA (m)			# TOTAL DE INDIVIDUOS
	0.10 - 0.50	0.50 - 1	<1 - 2	
<i>Hymenocallis littoralis</i>	0	61	0	61
<i>Thrinax radiata</i>	18	26	46	90
<i>Chrysobalanus icaco</i>	0	3	3	6
<i>Pithecellobium keyense</i>	0	7	7	14
<i>Ernodea littoralis</i>	98	0	0	98
Total	116	97	56	269

ESPECIES	MATERIAL DE PROPAGACIÓN	
	SEMILLAS (KG)	ESTACAS (UNIDAD)
<i>Hymenocallis littoralis</i>	2	0
<i>Pouterira campechiana</i>	½	0
<i>Thrinax radiata</i>	2	0
<i>Otras especies</i>	2	0
Totales	6.5	0

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, se pretende llevar a cabo el rescate de **269** plantas correspondientes a **5 especies** del total que compone la vegetación que se desarrolla en la superficie de CUSTF. Así mismo, se propone el rescate de material de propagación correspondiente a **6.5 kilogramos de semillas** para **4 especies**.

VIII. DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad de siembra se calculó considerando el sistema de sembrado de "trazado cuadrado". Este sistema consiste básicamente en sembrar de dos a más hileras de plantas de manera paralela, dejando un espacio entre cada hilera y entre cada planta, a la distancia deseada, como se muestra en la siguiente figura.



Sistema de trazado cuadrado.

Visto lo anterior, a continuación, se realiza el cálculo de la densidad de siembra, misma que se define como el número de individuos a plantar por metro cuadrado. Esta variable se estimó aplicando la siguiente fórmula (Arriaga et al, 1994):

FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA	
$N_1 = \frac{S}{(dH) (dP)}$	Donde: N₁ = Número de plantas. S = Área de reubicación (m ²) dH = Distancia entre hileras (m) dP = Distancia entre plantas de una misma hilera (m)

Sustituyendo los valores de cada variable, de acuerdo con los objetivos del presente programa, se tiene lo siguiente:

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA	
Área de reubicación = 6,941.58 m ² Distancia entre hileras = 2 m Distancia entre plantas de una misma hilera = 2 m	$N_1 = \frac{6,941.58}{(2) (2)}$

Aplicando la fórmula, se tienen los siguientes resultados:

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA	
$N_1 = \frac{6,941.58}{4}$	$N_1 = 1,735$

Con base en los resultados obtenidos en la aplicación de la fórmula, se tiene una densidad de siembra de 1,735 plantas en 6,941.58 m² de matorral costero que no se verá afectado con el CUSTF, es decir, 1 planta por cada 4 m²; lo que se considera suficiente para reubicar las 269 plantas que se proponen rescatar.

IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

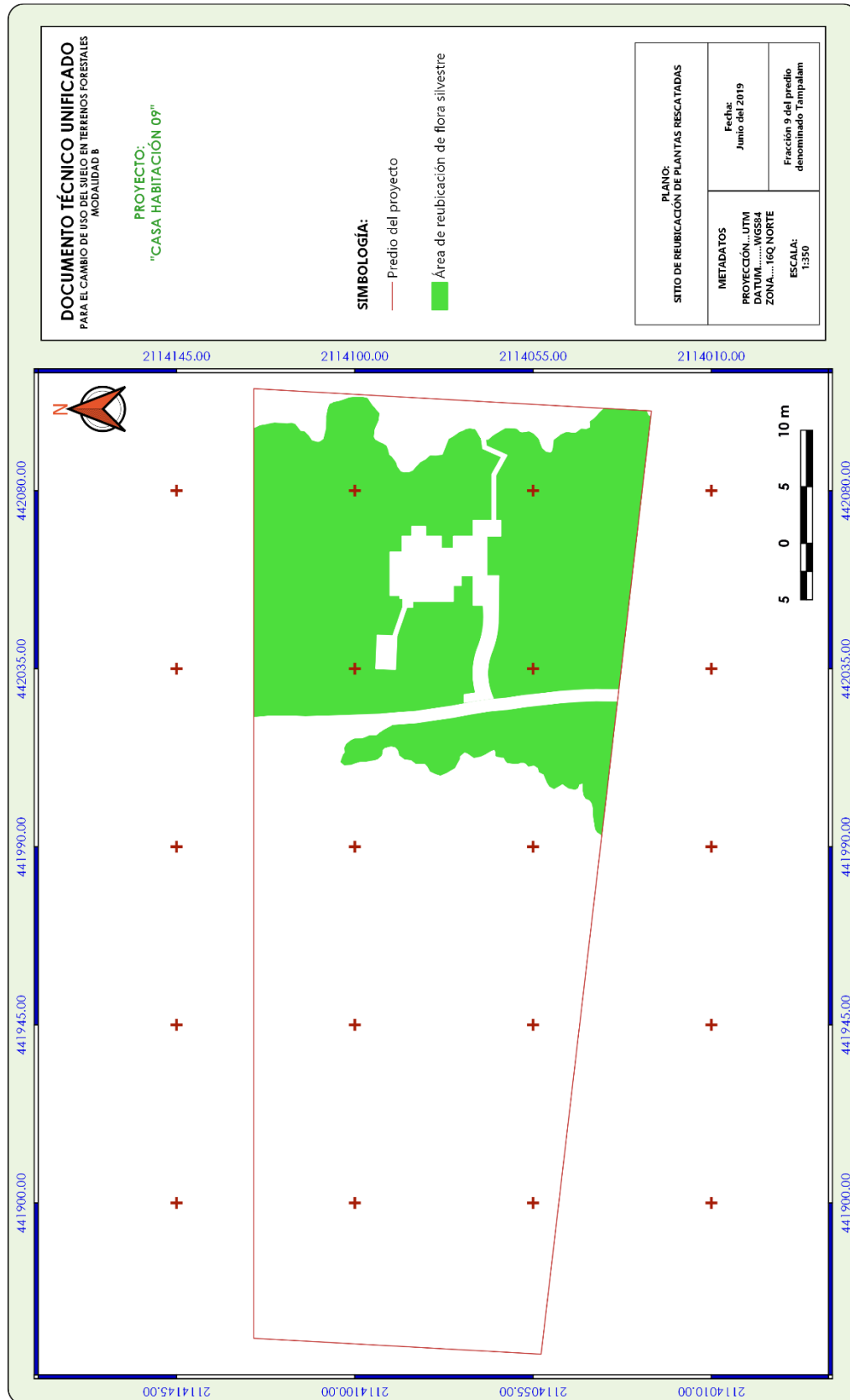
El rescate y reubicación de la vegetación se pretende ejecutar en un lapso de 2 meses considerando que la superficie de CUSTF es mínima. El rescate se realizará en forma previa a la realización de cualquier actividad proyectada, tal como se indica en la siguiente tabla (proyectada a 1 año, y que será replicada en los años subsecuentes):

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDADES	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo y delimitación												
Identificación de los ejemplares a ser rescatados												
Recolección de las plantas (método de banqueo)												
Recolección de material de propagación												
Traslado de los ejemplares rescatados al vivero												
Mantenimiento de las plantas en vivero												
Reubicación de las plantas rescatadas												

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDADES	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Mantenimiento de las plantas reubicadas					
Monitoreo de las plantas reubicadas					

X. SITIO DE REUBICACIÓN

Como área de reubicación se propone la superficie de 6,941.58 m² de matorral costero que no será afectado con el cambio de uso del suelo, ya que posee el mismo ecosistema que el que será aprovechado, como se muestra en el siguiente plano.



ANEXO 3

PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA SILVESTRE

I. JUSTIFICACIÓN

Este programa tiene la finalidad de dar a conocer los métodos y técnicas que se aplicarán durante el rescate de la fauna silvestre que incida en el área de aprovechamiento del proyecto; y se elabora como una medida preventiva para evitar que el desarrollo del proyecto afecte a la fauna asociada al sistema ambiental.

II. OBJETIVO DEL PROGRAMA

Llevar a cabo el rescate de la fauna silvestre que incida en las áreas de aprovechamiento del proyecto, a través de métodos estandarizados de manejo y contención de organismos vertebrados, con la finalidad de prevenir afectaciones directas a este recurso por el cambio de uso del suelo.

III. ALCANCE DEL PROGRAMA

Rescatar el 100 % de los individuos de fauna silvestre que pudieran verse afectados con el cambio de uso del suelo, a fin de garantizar su permanencia en el sistema ambiental, con particular énfasis en las especies de lento desplazamiento.

IV. PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE EL RESCATE DE FAUNA SILVESTRE

La importancia de la fauna silvestre va ligada directamente con la conservación de la misma. Al mantener la diversidad de fauna silvestre, mantenemos la biodiversidad, la cual es de vital importancia para los ecosistemas que sostienen.

Para la conservación de la fauna silvestre, es necesario aplicar estrategias de manejo dirigidas a las áreas donde habitan. Cabe aclarar que el manejo es un concepto ligado a la gestión y tiene como objetivos aumentar poblaciones de fauna, mantener sus poblaciones, disminuir esas poblaciones, o dejarlas únicamente para conservación; que para el caso particular del proyecto, el manejo sólo estará ligado a mantener sus poblaciones y conservarlas a nivel de especie.

Un aspecto importante a considerar durante el rescate, es el movimiento de la fauna desde una población local a otra determinada, lo que se llama dinámica de metapoblaciones. Una metapoblación es un conjunto de poblaciones locales que interactúan entre sí a través del movimiento de individuos. La ecología de metapoblaciones presume, de forma simplificada, que el hábitat adecuado para una especie de interés se manifiesta como una red de parches o hábitats separados entre sí, los cuales varían en tamaño, grado de aislamiento y calidad.

Otro aspecto considerable, es conocer el grado de movimiento de las especies entre parches, ya que estos pueden cubrir kilómetros en especies de gran capacidad de movimiento o bien unos pocos metros entre organismos con movilidad limitada. En algunos casos, los parches pueden estar conectados por corredores biológicos, los cuales pueden ser parches alargados, cursos de agua o incluso caminos y carreteras.

Una metapoblación incluye también parches parcialmente no ocupados por individuos de una especie focal, por lo que, en un escenario ideal, el rescate y la relocalización de especies deberá ser realizado en aquellos parches no ocupados o parcialmente ocupados que presentan las condiciones de hábitat que requiere la especie de interés. Sin embargo, para que una recolocación sea exitosa, es necesario conocer la existencia de potenciales competidores y/o depredadores que podrían limitar su establecimiento.

Con base en las consideraciones expuestas anteriormente y dada la naturaleza del proceso de rescate y relocalización de especies, se ha propuesto entonces, un modelo conceptual que incorpora los aspectos ecológicos más relevantes derivado del marco de metapoblaciones. Este modelo implica el traslado de individuos desde un parche en donde su hábitat será destruido (Parche A), hacia un lugar que presenta un hábitat de condiciones similares y donde eventualmente puede existir otra población de la misma especie (Parche B).

Para efectos del rescate y relocalización de especies, es posible asumir que la afectación del hábitat por el desarrollo del proyecto, detonará la necesidad de movilizar individuos desde el parche degradado hacia uno con atributos ambientales mejor conservados; de tal manera que para cumplir con los objetivos planteados aplicando el modelo conceptual ya descrito, se aplicarán métodos y técnicas de rescate pasivas principalmente, y en algunos casos se aplicarán métodos activos; del mismo modo, se considerará la ejecución de medidas de tipo ambiental dando un enfoque directo a la conservación de su hábitat.

V. METODOLOGÍA GENERAL

El plan de acción de este programa, incluyó como primera actividad el reconocimiento del área en el que será aplicado el rescate, para lo cual se realizó un exhaustivo estudio con la finalidad de identificar los puntos específicos donde se concentrarán las acciones de rescate, y de aquellas áreas donde la fauna mostró mayor actividad. Esta actividad también tuvo la finalidad de maximizar la eficiencia del rescate, disminuyendo el tiempo de traslado entre parches y reduciendo el esfuerzo en zonas con baja densidad poblacional; de igual manera, se tuvo la oportunidad de identificar los parches donde serán reubicados los individuos (en caso de ser necesario) de acuerdo con el modelo propuesto.

La segunda actividad a realizar consistió en determinar los métodos específicos (activos y pasivos) que serán aplicados durante el rescate, por cada grupo faunístico; así como las medidas de protección *in situ* que se aplicarán sobre el hábitat de la fauna y que se describen a continuación.

VI. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA FAUNA SILVESTRE

UNO. Previo al inicio de cualquier actividad se realizará la búsqueda de nidos o madrigueras en la superficie de aprovechamiento, y en caso de un resultado positivo, el nido o la madriguera será marcado con estacas y cinta precautoria; y posteriormente será georreferenciado y registrado en bitácora.

DOS. Toda madriguera o nido registrado, permanecerá bajo observación durante un lapso de 48 horas, con la finalidad de determinar si se trata de un refugio activo o en estado de abandono.

TRES. Si la madriguera o el nido resulta estar activo, se procederá a la aplicación de las técnicas de rescate que se proponen en el VIII.2 del presente documento.

CUATRO. Se colocará cinta precautoria con la leyenda “PROHIBIDO EL PASO” en forma perimetral a las áreas que serán conservadas en estado natural y que servirán para el resguardo o reubicación de la fauna rescatada durante la realización de las obras.

CINCO. Se establecerá en el contrato de cualquier persona que labore en la ejecución del proyecto, las siguientes cláusulas:

- ❶ Queda estrictamente prohibida la extracción, captura, caza, comercialización, alimentación y en general cualquier actividad que ocasione un daño directo o indirecto sobre cualquier ejemplar de fauna silvestre, esté o no dentro del área de aprovechamiento.
- ❶ Cualquier persona que sea sorprendida causando daños a la fauna silvestre, ya sea al interior del predio o en sus inmediaciones, será amonestada verbalmente y por escrito; y en caso de reincidencia será suspendido del cargo que le fuera encomendado.

SEIS. Los residuos orgánicos que se generen, principalmente restos de comida, serán almacenados en los contenedores que se instalarán para tal fin, con la finalidad de evitar que dichos residuos resulten un atractivo para la fauna silvestre, reduciendo así, su probabilidad de incidencia dentro de la superficie de aprovechamiento.

SIETE. Se elaborará un tríptico informativo dirigido a todo el personal de la obra en donde se describirán todas y cada una de las medidas aquí propuestas. Así mismo, en dicho documento se informará de las especies con mayor probabilidad de incidencia en el predio y su zona de influencia, a través de fichas técnicas complementadas con imágenes fotográficas.

VII. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE RESCATE

Las técnicas y métodos que se proponen a continuación, están basadas en estudios previos y en la experiencia que se tiene sobre el manejo de vida silvestre; y sólo serán ejecutadas en caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo de ser afectado por el desarrollo del proyecto.

VII.1. Métodos pasivos

Es importante mencionar que se dará prioridad a la aplicación de estos métodos durante el desarrollo del proyecto, considerando que los mismos tienen un objetivo en común: ***evitar el contacto directo con el ejemplar reduciendo el riesgo de daño por estrés o contacto físico.***

VII.1.1. Método de ahuyentamiento sonoro

Descripción del método: Consiste básicamente en la emisión de sonidos de frecuencia, ritmo, duración e intensidad variada, como silbidos, gritos y ruidos vocalizados, que tienen por objeto provocar un estado de alerta en el animal, motivándolo a desplazarse fuera de su zona de confort.

Ventajas: Muy efectiva, no implica costos ni daño físico al ejemplar; y desde luego, es práctico y puede ser aplicado por cualquier persona con capacidad de habla.

Desventajas: Requiere del conocimiento y la experiencia previa para aplicar el sonido correcto según la especie; debe aplicarse a una distancia prudente de tal manera que el sonido emitido pueda llegar al campo auditivo del animal. Es ineficiente para especies que carecen del sentido auditivo o que perciben ondas sonoras de baja frecuencia.

Aplicación por grupo faunístico: Aves, reptiles y mamíferos.

VII.1.2.Método de acarreo en grupo

Descripción del método: Se basa en sorprender al individuo y acorralarlo entre tres o más personas, obstaculizándole todas las rutas de escape y direccionándolo hacia la zona de reubicación.

Ventajas: Muy efectiva y no implica costo alguno; y desde luego, es práctico y puede ser aplicado por cualquier persona con capacidad motriz.

Desventajas: Requiere de coordinación en grupo y gran capacidad de movimiento. Provoca estrés temporal en el individuo; y no resulta efectiva sobre especies adaptadas a la presencia humana o a las condiciones urbanas del medio. Puede ocasionar daños al ejemplar por aplastamiento o lesión durante su escape.

Aplicación por grupo faunístico: Reptiles y mamíferos.

VII.1.3. Método de espera pasiva

Descripción del método: Consiste en esperar y dejar que el animal abandone el sitio por sus propios medios.

Ventajas: No implica costo alguno; no requiere de personal calificado, ni esfuerzo físico; no provoca estrés ni daño físico al ejemplar.

Desventajas: Poco efectiva, ya que el animal puede reconocer el sitio como una zona segura y en consecuencia permanecerá al interior del área de aprovechamiento. No se tiene control sobre el individuo ni sobre sus rutas de desplazamiento.

Aplicación por grupo faunístico: Aves, reptiles y mamíferos.

VII.2. Métodos activos

Estos métodos sólo serán utilizados en casos extremos, cuando el ejemplar no pueda ser retirado del predio a través de los métodos pasivos descritos previamente, y sólo si representan un riesgo para el personal de la obra, o en su caso, cuando el desarrollo del proyecto ponga en riesgo la integridad física del animal. Es importante mencionar que para su aplicación se contratará el servicio de un profesional especializado.

VII.2.1. Método de trampeo

Descripción del método: Consiste en la colocación de trampas según el grupo faunístico; y tiene por objeto capturar al ejemplar para ser retirado del sitio.

Ventajas: Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por dos o menos personas.

Desventajas: Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de las trampas según el grupo faunístico. Implica costos según la calidad de las trampas. Su aplicación deber ser realizada por un especialista en la materia. Ocasiona estrés prolongado en el animal y en casos extremos puede provocar su muerte. Demanda muchas horas hombre. El cebo utilizado en las trampas puede resultar un atrayente para fauna no deseada.

Aplicación por grupo faunístico: Aves, reptiles y mamíferos.

Algunas de las trampas que se utilizan comúnmente son las Sherman, Tomahawk y redes de niebla, como las que se muestran en las siguientes imágenes:





VII.2.2.Método de captura directa

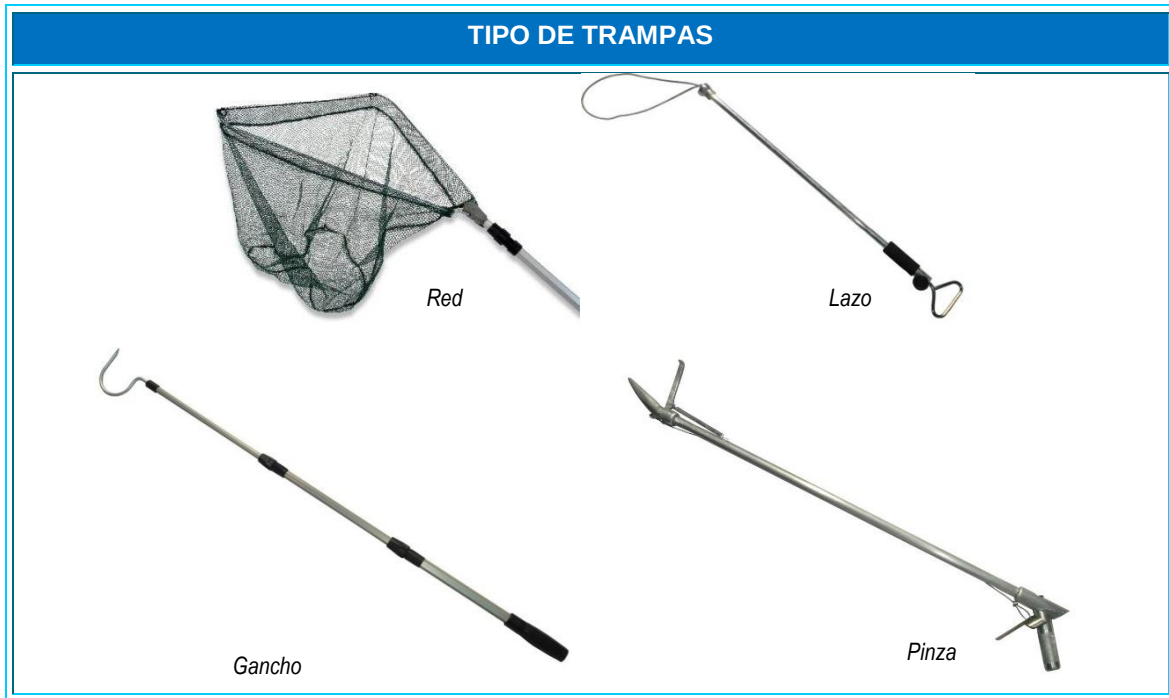
Descripción del método: Consiste en el uso de instrumentos y equipo de contención, cuyo objetivo principal es inmovilizar al animal para evitar que éste se dañe o que pueda causar una lesión al momento de ser manipulado.

Ventajas: Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por una sólo persona.

Desventajas: Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de los instrumentos. Implica un costo medio según la calidad del equipo utilizado. Su aplicación deber ser realizada por un especialista en la materia. Ocasiona estrés prolongado en el animal. Demanda gran esfuerzo físico y capacidad técnica para manipular al ejemplar.

Aplicación por grupo faunístico: Reptiles y mamíferos.

Algunos de los instrumentos que se utilizan comúnmente son las pinzas, ganchos herpetológicos, redes y lazos con tope, según el grupo faunístico que se maneje. Algunos ejemplos se muestran en las imágenes siguientes:



VIII. REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Dada la superficie proyectada para el desplante del proyecto y considerando la baja diversidad de fauna en el predio, se requiere de 2 equipos de rescate conformados por un especialista y dos asistentes cada uno.

IX. REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y EQUIPO

En la siguiente tabla se presenta el listado de materiales y equipo que serán utilizados únicamente durante la aplicación de los métodos activos descritos en el apartado VIII.2; ya que los métodos pasivos no implican el uso de instrumento alguno.

EQUIPO NECESARIO	CANTIDAD
Trampa Sherman	3
Trampa Tomahawk	3
Red de niebla	1
Pinza herpetológica	3
Gancho herpetológico	3
Lazo con tope	3
Red	2
Costales de yute	50

X. MANEJO DE LOS EJEMPLARES CAPTURADOS

Para evitar, o en su caso reducir el riesgo de daño para el ejemplar capturado con los métodos activos, se seguirán las siguientes reglas de operación:

Regla 1. La captura del animal deberá realizarse en las primeras horas de la mañana, a media tarde o en la noche, con la finalidad de evitar las altas temperaturas, ya que estas pueden ocasionar la deshidratación del ejemplar y en consecuencia su muerte.

Regla 2. Tras la aproximación al animal objeto de la captura, éste deberá ser inmovilizado con seguridad y rapidez.

Regla 3. Si durante las operaciones de aproximación hacia el animal se detecta que tiene alguna lesión de aparente gravedad, se procederá a retirarse a una distancia prudente y se descartará su captura

Regla 4. Si durante el manejo y contención del ejemplar se produce algún daño físico sobre el mismo, éste tendrá que ser trasladado a un hospital veterinario, desde donde, una vez recuperado de las heridas, se devolverá a su hábitat original.

Regla 5. Una vez capturado el ejemplar, éste deberá ser liberado de manera inmediata; sin embargo, en caso de que el ejemplar requiera estar bajo observación antes de ser liberado, éste no podrá permanecer en dicha condición por más de una hora.

Regla 6. El equipo utilizado en la captura deberá estar en óptimas condiciones de uso (libre de óxido, metales sueltos, enmendaduras y piezas dañadas, entre otros).

Regla 7. En ningún caso podrá utilizarse como mascota el ejemplar capturado.

Regla 8. Queda estrictamente prohibida la comercialización del ejemplar capturado.

XI. MANEJO DE LOS EJEMPLARES HASTA EL SITIO DE LIBERACIÓN

Para asegurar el éxito en la liberación de los ejemplares capturados, se deberán acatar las siguientes reglas durante su traslado al sitio de liberación.

Regla 1. Deberá priorizarse la liberación del ejemplar en sitios sombreados, evitando en todo momento los espacios abiertos.

Regla 2. El sitio de liberación deberá presentar espacios que permitan al ejemplar refugiarse durante el proceso de liberación, con la finalidad de evitar posibles depredadores.

Regla 3. Durante el traslado al sitio de liberación, la jaula o bolsa de transporte, deberá estar cerrada con la finalidad de evitar el estrés del ejemplar por contacto físico o visual.

Regla 4. La jaula o bolsa de transporte deberá contar con entradas de aire suficientes para evitar la sofocación del ejemplar capturado.

Regla 5. No podrán trasladarse dos o más ejemplares al mismo tiempo, ya que esto podría ocasionar daños físicos a los ejemplares por hacinamiento.

Regla 6. No podrán liberarse dos o más ejemplares al mismo tiempo, ya que esto podría ocasionar competencia por el espacio, o en su caso, la depredación de algún individuo.

XII. ESPECIES OBJETIVO

La identificación de las especies que serán objeto del rescate, se llevó a cabo a través del estudio de sitio realizado en la superficie de aprovechamiento (ver capítulo 4), de tal manera que en las tablas siguientes sólo se presenta el listado taxonómico de dichas especies, bajo el supuesto de que pudieran ser afectadas con el desplante del proyecto.

TABLA 63. LISTADO DE AVES			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero

TABLA 64. LISTADO DE REPTILES

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel

De acuerdo con los datos presentados en las tablas que anteceden, el esfuerzo de rescate se centrará en 6 especies de fauna silvestre pertenecientes a dos grupos taxonómicos, ambos representados por 3 especies. No se contó con el registro de mamíferos y anfibios.

XIII. RESULTADOS ESPERADOS

Con la correcta aplicación del programa que se propone, aunado a que el desmonte será realizado por etapas, lo que permitirá anticipar la presencia de fauna en el sitio, se espera el 100 % de éxito en el rescate de las especies propuestas, en el supuesto de que pudieran verse afectadas con el desarrollo del proyecto; así mismo, con el cumplimiento de las reglas de operación planteadas se espera el 100 % de supervivencia de los ejemplares rescatados; sin embargo, dicho éxito sólo podrá ser alcanzado siempre y cuando el programa sea aplicado por un especialista en la materia, de tal manera que se tiene contemplada la contratación de dicho personal durante la ejecución del proyecto.

XIV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

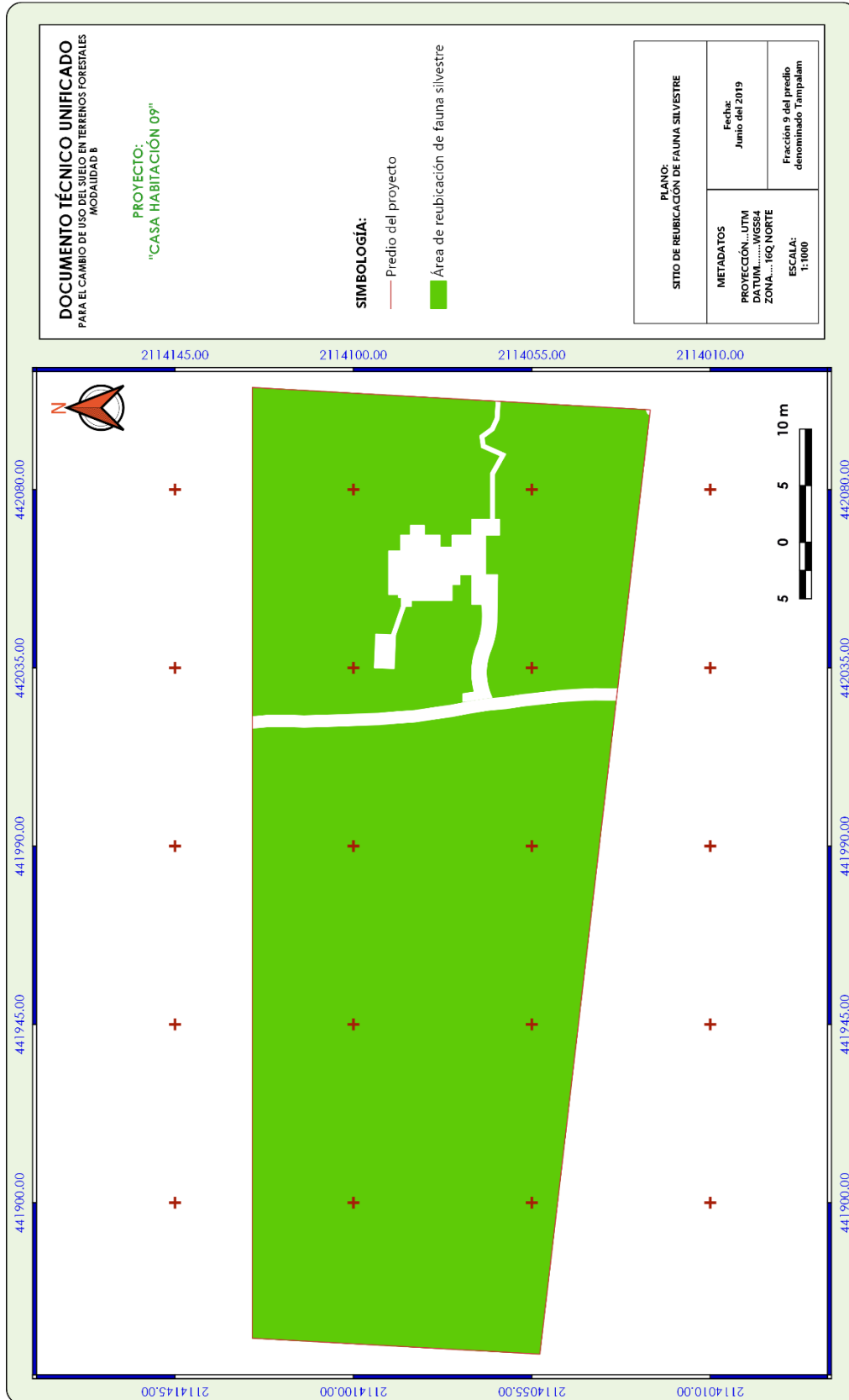
El presente programa se pretende ejecutar en un lapso de 4 años que es el plazo considerado para la ejecución del cambio de uso de suelo, iniciando de manera previa a la realización de cualquier obra o actividad proyectada, en apego a los tiempos establecidos para el desarrollo del presente proyecto.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES													
ETAPA DEL RESCATE:	Previo al inicio y durante la ejecución del CUSTF												
ACTIVIDADES	(*)	BIMESTRES											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	24
Monitoreo de la superficie de aprovechamiento													
Identificación de los ejemplares a rescatar													
Rescate													
Traslado al sitio de liberación													
Monitoreo de los ejemplares liberados													

XV. SITIO DE LIBERACIÓN

Como sitio de liberación de la fauna que sea rescatada, se proponen las áreas de conservación del predio que cubren una superficie de 20,156.111 m², para permitir la conexión ecosistémica con los predios adyacentes, y facilitar así el desplazamiento de la fauna silvestre y la colonización de nuevos nichos ecológicos.

En el plano de la página siguiente se muestra la ubicación de las áreas de conservación propuestas para la liberación de la fauna silvestre.



ANEXO 4

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

I. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

1. Establecer de metodologías y procesos específicos para un adecuado manejo de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.
2. Evitar la generación de impactos ambientales relacionados con la producción de residuos durante la ejecución del proyecto.
3. Prevenir y disminuir la generación de residuos, adoptando medidas de separación, reutilización, reciclaje y fomentando la recolección selectiva y otras formas de aprovechamiento.

II. JUSTIFICACIÓN

El presente programa se constituye como una medida preventiva para los impactos ambientales que generará el proyecto, cuya fuente sean los residuos que se produzcan durante la ejecución del mismo; ya que establece métodos y procesos que permitirán prevenir que dichos impactos se manifiesten, reforzando la viabilidad ambiental del proyecto.

III. RESIDUOS Y SU CLASIFICACIÓN

Durante el desarrollo del proyecto, se espera generar diversos residuos principalmente de tipo sólido; sin embargo, también se espera generar cierto tipo de residuos líquidos, y residuos considerados de manejo especial.

De manera general y para fines del presente programa, los residuos que generará el proyecto, se clasificarán en las categorías que se describen a continuación:

Residuos sólidos urbanos. Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole.

Para fines del presente programa, estos residuos estarán clasificados en dos grupos, a saber:

- **Residuos orgánicos:** Todo residuo sólido biodegradable, proveniente de la preparación y consumo de alimentos, así como otros residuos sólidos susceptibles de ser utilizados como insumo en la producción de composta.
- **Residuos inorgánicos:** Todo residuo que no tenga características de ser orgánico y que pueda ser susceptible de reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón plástico, metales no peligrosos y demás, no considerados como de manejo especial, y que provengan de actividades de limpieza o domiciliarias.

Residuos líquidos. En este rubro se incluyen las aguas residuales que se originarán por el uso de los sanitarios móviles durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.

Residuos de manejo especial. Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Para el presente estudio, estos estos residuos se clasificaron en 4 grupos, a saber:

- **Residuos sanitarios:** Son aquellos materiales que se desechan al ser utilizados en la higiene personal, que por sus características limiten su reutilización.
- **Residuos vegetales.** Estos se producirán a causa del desmonte del terreno, en general estarán integrados por ramas, troncos, raíces, hojas, etc.
- **Residuos de despalme.** Estarán integrados por la capa de piedras y troncos que serán removidos por el despalme del terreno.

Emisiones a la atmósfera. Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la generación de polvo, cuyas partículas más diminutas podrían ser esparcidas por el viento. Así como gases durante el funcionamiento de la maquinaria que se utilizará durante el desmonte y despalme, y gases a la atmósfera durante el funcionamiento de vehículos particulares y públicos durante la operación de las obras.

IV. RESIDUOS QUE SE ESPERA GENERAR EN CADA ETAPA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta un listado de los posibles residuos que se generarán durante el cambio de uso de suelo:

Residuos sólidos urbanos. La permanencia de trabajadores en el área, favorecerá la generación de residuos orgánicos e inorgánicos, tales como residuos de comida y envases diversos, mismos que se enlistan a continuación:

- Restos de alimentos perecederos procesados (orgánicos).
- Restos de frutas, verduras y legumbres (orgánicos).
- Bolsas, vasos, envases y cubiertos desechables de plástico (inorgánicos).

Residuos líquidos. En este rubro sólo se incluyen las aguas residuales que se originarán por el uso de los sanitarios móviles.

Residuos de manejo especial. En esta etapa se producirán residuos de manejo especial, particularmente durante las actividades de desmonte y despalme, y cualquier otra actividad relacionada con la remoción de vegetación y el movimiento de tierras; los cuales se enlistan a continuación:

- Residuos sanitarios: papel sanitario usado.
- Residuos vegetales: ramas, troncos, raíces y hojas aéreas.
- Residuos de despalme: piedra suelta y restos vegetales en subsuelo.

Emisiones a la atmósfera. Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé la generación de polvo, cuyas partículas más diminutas podrían ser esparcidas por el

viento. Así como gases durante el funcionamiento de motosierras o vehículos menores que se utilizará durante el desmonte y despalme.

V. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Todo aquel residuo de tipo sólido urbano que se genere durante el desarrollo del proyecto, independientemente de la etapa en la que se encuentre, será recolectado de acuerdo con las siguientes especificaciones técnicas:

1. Identificar y separar los residuos sólidos de acuerdo con su naturaleza, antes de ser retirados del sitio donde fueron originados, de acuerdo con las siguientes categorías:
 - Residuos orgánicos.
 - Residuos inorgánicos.
2. Retirar del sitio los residuos sólidos previamente clasificados, con el uso de recipientes con cierre hermético, para evitar que estos sean dispersados por el viento y otros factores durante su traslado.
3. El traslado de estos residuos deberá realizarse en forma manual o con el uso de herramientas manuales (carretillas). El tiempo de traslado deberá ser el mínimo requerido de acuerdo con las distancias que se tengan desde la fuente generadora hasta el sitio de disposición temporal.

4. Los recipientes que se utilicen para el traslado de los residuos, serán llenados hasta las 3/4 partes de su capacidad, con la finalidad de evitar derrames accidentales por rebosamiento.

VI. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

Se prevé que los únicos residuos líquidos que generará el proyecto (no de manejo especial ni peligroso), son las aguas residuales en las distintas etapas de desarrollo. En el caso particular de la etapa de cambio de uso del suelo, las aguas residuales serán colectadas dentro de los sanitarios móviles, mediante su uso directo. En cuanto al traslado este correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios móviles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que celebren las partes interesadas.

VII. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

En la etapa de preparación del sitio y construcción, los residuos de manejo especial que se generen, serán recolectados en forma manual, o con el uso de trascabos, retroexcavadoras o palas mecánicas, dependiendo de la cantidad y el volumen que se genere. Posteriormente, serán trasladados al sitio de almacenamiento temporal a través de camiones de volteo y camiones de carga de 3 toneladas, para lo cual se tomarán las siguientes precauciones:

1. Los residuos a recolectar deberán estar separados de acuerdo con su naturaleza (rocas, material de relleno sobrante, residuos vegetales, etc.), nunca deberán mezclarse.

2. La maquinaria que se utilice en esta fase del proyecto (vagonetas, retroexcavadoras, tractores, compresores) y todo vehículo que se utilice para transportar estos residuos, debe estar en buen estado de conservación, sin fugas de aceites ni de combustibles, con el sistema de evacuación de gases funcionando adecuadamente, de tal manera que el ruido sea el mínimo; además, deberá contar según corresponda, con los permisos de circulación y la revisión técnica vehicular, lo que deberá ser verificado y controlado por la supervisión del proyecto.
3. Los vehículos destinados para tal fin deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platoes apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de manera que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, el contenedor o platoon debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platoes empleados para este tipo de carga deben estar en perfecto estado de mantenimiento.
4. La carga debe ser acomodada de tal forma que su volumen esté a ras del platoon o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platoon o contenedor. Además, las puertas de descarga de los vehículos que cuenten con ellas, deben permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte.
5. No se debería modificar el diseño original de los contenedores o platoes de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso, en relación con la capacidad de carga del chasis. Se debe cubrir la carga

transportada con el fin de evitar su dispersión o emisiones fugitivas. La cobertura debe ser de material resistente, para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón de manera que caiga sobre este por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón. Los vehículos mezcladores de concreto y otros elementos que tengan alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte.

6. Si, además de cumplir con todas las medidas a que se refieren los párrafos anteriores, hay escape, pérdida o derrame de algún material o elemento de los vehículos en áreas de espacio público, este debe ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual es necesario que cuente con el equipo necesario.
7. El contenedor o platón debe estar en buen estado de mantenimiento, para que no haya lugar a derrames, pérdida o escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Las compuertas de descarga tienen que estar herméticamente cerradas durante el transporte.
8. Las salidas de los vehículos de transporte del sitio de las obras y del sitio de disposición final, así como las calles aledañas, deben rotularse con “SALIDA DE EQUIPO PESADO”.
9. Es de gran importancia que se definan con anterioridad las rutas por utilizar para el desplazamiento del material en los camiones transportadores, así como las horas de menor tránsito, ya que normalmente, estos camiones, por ir cargados

de escombros, deben desplazarse a velocidades mínimas, lo que puede causar impactos en el tránsito vehicular.

VIII. PROCESO DE RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Para la recolección y traslado de los residuos peligrosos que se generen dentro de las instalaciones del proyecto, se seguirán las siguientes recomendaciones:

1. Previo a la recolección de los residuos peligrosos, se deberá identificar la naturaleza de los mismos, es decir, se deberá determinar si son de naturaleza líquida o sólida.
2. Previo a la recolección de los residuos peligrosos se deberá verificar la compatibilidad de los mismos. Se entiende por residuos incompatibles aquellos que al entrar en contacto o mezclarse con otros, pueden generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas.

A modo de ejemplo, los residuos que contienen agentes oxidantes fuertes (9) son incompatibles con los metales (5), puesto que su contacto puede generar calor y fuego.

3. En el mercado existe una amplia disponibilidad de contenedores para el envasado de los diferentes tipos de residuos peligrosos, tanto para sólidos como para líquidos. A la hora de seleccionar el contenedor se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- El material será compatible con el residuo.
 - Presentar resistencia a los golpes y durabilidad en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos.
 - Permite contener los residuos en su interior sin que se originen pérdidas al ser manipulados.
 - Los contenedores más comunes disponibles en el mercado son de plástico (polietileno de alta densidad) y acero (al carbón galvanizado o inoxidable), las formas son cilíndricas, con tapa rosca o tapa y suncho, en volúmenes de 60 a 200 litros. Otros contenedores pueden ser cajas de cartón, cajones de madera o metálicos, bolsas especiales y distintas combinaciones. Para pequeñas cantidades de líquidos se pueden usar envases de vidrio colocándolos dentro de otros contenedores rellenos con material adsorbente.
4. Una vez recolectado el residuo y previo a su traslado, deberá ser etiquetado. El etiquetado tiene como principal objetivo identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa, alertando a las personas involucradas en el transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones.

Los envases de residuos peligrosos estarán debidamente identificados por medio de etiquetas de riesgo, especificando la identidad, cantidad, procedencia del residuo y la clase de peligro involucrado.

Las etiquetas tendrán una forma de un cuadrado apoyado sobre uno de los vértices, de 10 x 10 cm. En los casos que los materiales presenten más de un riesgo importante se utilizarán etiquetas para indicar el riesgo primario y secundario, colocadas una al lado de la otra.

El envase contará además con una etiqueta de identificación del residuo y el generador, donde figure el código de cuatro dígitos de Naciones Unidas. Estará escrita en el idioma local con letra legible y de tamaño apropiado.

Todas las etiquetas serán resistentes a la intemperie y estarán adosadas al envase en un lugar visible, sobre un color contrastante.

IX. ATENCIÓN A DERRAMES ACCIDENTALES

En el caso particular de residuos líquidos producto de derrames accidentales de hidrocarburos u cualquier otra sustancia líquida peligrosa, se seguirán las siguientes recomendaciones:

1. Identificar el tipo de residuo líquido en cuestión.
2. Identificar la fuente generadora del derrame; y en su caso, proceder a su reparación para contener la fuga y remediar el problema.
3. Determinar el radio de afectación ocurrido por el derrame.
4. Aislar el área del derrame utilizando Loose Fiber, una capa de arena o polvo de piedra, formando una barrera perimetral para contenerlo y evitar que sea

dispersado a otras áreas, hasta que el hidrocarburo sea absorbido en su totalidad.

5. Con el uso de herramientas manuales (palas, cucharas, etc.), retirar el Loose Fiber, o cualquier otro material absorbente que se haya utilizado para la contención del derrame.
6. Inmediatamente después de retirar el material absorbente de la zona donde haya ocurrido el derrame, estos deberán ser colocados en recipientes herméticos y completamente cerrados para evitar que el material absorbido se filtre y afecte nuevamente el medio circundante.
7. Como paso final se transportará el recipiente que contenga el material absorbente hasta el sitio de disposición temporal, en el menor tiempo posible de acuerdo con las distancias que se tengan desde la zona del derrame hasta el contenedor temporal. Para agilizar esta acción, y en caso de que el derrame sea de dimensiones considerables, se utilizarán herramientas manuales como carretillas o “diablitos”.

X. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Todos los días se realizarán labores de limpieza dentro de la zona de aprovechamiento con la finalidad de mantenerla en óptimas condiciones de higiene; se consumirán alimentos y bebidas; y se realizarán trabajos diversos en determinados períodos o cuando así se requiera; aunque de manera general, en las distintas etapas del proyecto, se producirán residuos sólidos urbanos. De esta manera, para tener un adecuado manejo de dichos residuos, se instalarán

contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen, los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores encargados de ejecutar el proyecto, puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura para un posible reciclaje de la misma.

La basura quedará contenida en bolsas colocadas al interior de cada contenedor para facilitar su manejo. En la siguiente imagen se muestran algunos ejemplos de estos contenedores que se pretende utilizar, los cuales tendrán la característica de ser herméticos al cerrarse, para evitar la proliferación de fauna nociva.



Los residuos sólidos urbanos quedarán acopiados en los almacenes temporales que se instalarán dentro del predio en las etapas de preparación del sitio y construcción.

XI. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

A medida que se vayan generando, se debe disminuir al máximo el tiempo que estos permanecen dentro del área del proyecto.

Se busca que el almacenamiento del material no exceda de 36 horas después de la finalización de la obra o actividad. Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deben contar, dentro de los límites del inmueble privado, con áreas o patios donde se efectúe el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos, así como con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. Se deben definir áreas específicas y correctamente demarcadas, señalizadas y optimizadas al máximo en cuanto a su uso, con el fin de reducir las áreas afectadas. Se debe evitar la excesiva acumulación de estos.

Cuando se trata de zonas con distancias y tramos muy largos, como en el caso de instalación de ductos y tuberías, los materiales se deben disponer a lo largo de la obra en la medida en que se vayan requiriendo y evitar la acumulación de dichos materiales por largos periodos. En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que se hace referencia con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados son susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deben cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.

XII. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Considerando las dimensiones del proyecto, aunado que se utilizarán sustancias peligrosas temporalmente, se contempla la instalación de almacén temporal de

metal ventilado para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, cuyas características se muestran en la siguiente figura.



XIII. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Desde el almacén temporal serán trasladados a donde la autoridad municipal lo determine.

XIV. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS

El manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen en los sanitarios móviles, correrá a cargo de la empresa arrendadora, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre entre las partes interesadas.

XV. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Los residuos de desmonte serán triturados y se utilizarán para la generación de composta para el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto.

Los residuos de despalme, principalmente la tierra vegetal (sustrato con materia orgánica), serán acopiados temporalmente dentro del vivero provisional, para ser utilizado en las labores de rescate y reubicación de la flora silvestre.

XVI. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos generados serán entregados a empresas privadas que cuenten con los permisos correspondientes, quienes se encargarán de su retiro del predio y posterior disposición final.

XVII. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En los siguientes numerales se indican las acciones que se tomarán para minimizar la generación de residuos sólidos urbanos durante el desarrollo del proyecto:

- 1.** Los alimentos serán consumidos fuera de las zonas que se mantendrán con vegetación natural.
- 2.** Al finalizar el horario de comida, todos los residuos generados serán separados y clasificados para su almacenamiento temporal en contenedores específicos.
- 3.** Se evitará la compra de bebidas embotelladas cuyo contenido sea menor a 2 litros.

4. Se evitará el consumo de comida “chatarra” como frituras, botanas, galletas, etc.
5. Se promoverá el uso de embaces o recipientes que sean susceptibles de reutilizarse, con la finalidad de evitar la compra de recipientes desechables.
6. Los alimentos serán trasladados al área de comida a través de bolsas reutilizables, evitando en todo momento el uso de bolsas desechables.
7. Se evitará en todo momento el uso de vasos, platos o cubiertos desechables.
8. El agua para beber será proporcionada a través de garrafones de 20 litros, y servida en vasos de plástico o vidrio reutilizables, con la finalidad de evitar la compra de agua embotellada en presentaciones menores.

XVIII. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS

Es importante aclarar en este punto que las aguas residuales que se espera generar provienen de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, por lo que no es posible controlar el volumen que se espera generar.

XIX. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

- Disponer de los equipos y herramientas adecuadas para cada trabajo o actividad, pues esto disminuye la producción de residuos.

- Utilizar material normalizado y en las dimensiones ajustadas a las líneas arquitectónicas, ya que se reduce la producción de retazos o retales.
- Organizar adecuadamente los sitios de trabajo en relación con sus condiciones físicas: acceso, iluminación y ventilación, para de esta forma evitar accidentes e impedir la generación de desperdicios.
- Ubicar los materiales al alcance del trabajador, para mejorar el rendimiento de la labor y disminuir pérdidas de material por accidente o error.
- Organizar el suministro de materiales, preferiblemente de forma mecanizada, para abastecer eficientemente todos los puestos de trabajo, mediante caminos expeditos y ventilados que eviten pérdidas de material y producción de desperdicios.
- Dotar a los trabajadores de elementos adecuados para el manejo de los materiales, con el fin de que no se produzcan pérdidas en su manipulación.
- Descargar de forma ordenada y apilar los materiales y elementos correctamente.
- Coordinar los suministros y transportes con el ritmo de ejecución de la obra. No mantener niveles de “stock” muy altos en la obra, ya que con el tiempo producirán material inservible o desechable.

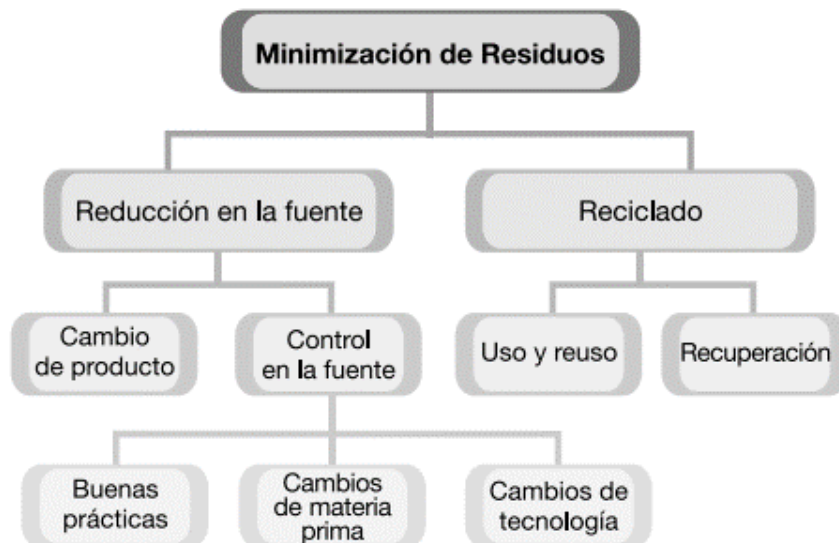
XX. ACCIONES TENDIENTES A LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

La producción de cualquier producto implica inevitablemente la generación de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos, que no son otra cosa que pérdidas de materias primas y de energía del proceso productivo. Es decir, la producción de residuos es un indicador directo del grado de ineficiencia de un proceso.

La minimización de residuos consiste en reducir el volumen y la peligrosidad de residuos generados, basándose en dos aspectos fundamentales:

- Reducción en la fuente
- Reciclado

La reducción en la fuente y el reciclado consisten en una serie de procedimientos, los cuales se presentan en forma esquemática en la siguiente figura. Entre estas dos alternativas siempre debe preferirse la reducción de la fuente.



XXI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta una propuesta de trabajo que abarca un período de 7 días (una semana), el cual será replicado durante todo el proceso de cambio de uso del suelo.

ACTIVIDADES	DÍAS (SEMANAL)						
	1	2	3	4	5	6	7
Limpieza del sitio	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de residuos	X	X	X	X	X	X	X
Almacenamiento temporal de residuos		X	X		X	X	
Supervisión de las áreas de trabajo	X		X		X		X
Disposición final de residuos*	X			X			X

CAPÍTULO 9

DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN

9.1. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

9.1.1. Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Reynaldo Martínez López.

9.1.2. Registro Federal de Contribuyentes

MARL820517S6A

9.1.3. C. U. R. P.

MALR820517HOCPY00

9.1.4. Cédula profesional

6241318

9.1.5. Dirección del responsable técnico del estudio

Avenida Acanceh, Supermanzana 11, Manzana 2, Lote 3, Piso 3-B, Oficina 312, Plaza Terra Viva. En la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. C. P. 77504.

9.1.6. Datos de inscripción en el Registro Nacional Forestal

Libro OAX, Tipo UI, Volumen 3, Número 42, Año 10. Se anexa copia simple del certificado de inscripción al Registro Nacional Forestal del C. Reynaldo Martínez López.

9.2. RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CUSTF

9.2.1. Nombre del responsable de dirigir la ejecución del CUSTF

Ing. Reynaldo Martínez López.

9.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

MARL820517S6A

9.2.3. C. U. R. P.

MALR820517HOCPY00

9.2.4. Cédula profesional

6241318

9.2.5. Dirección del responsable de dirigir la ejecución del CUSTF

Avenida Acanceh, Supermanzana 11, Manzana 2, Lote 3, Piso 3-B, Oficina 312, Plaza Terra Viva. En la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. C. P. 77580.

9.2.6. Datos de inscripción en el Registro Nacional Forestal

Libro OAX, Tipo UI, Volumen 3, Número 42, Año 10. Se anexa copia simple del certificado de inscripción al Registro Nacional Forestal del C. Reynaldo Martínez López.

CAPÍTULO 10

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El objetivo de este capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el ambiente en un espacio y tiempo determinados. Un pronóstico, en el plano ambiental, es la predicción de lo que sucederá con un impacto determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones.

Para el desarrollo de este capítulo se ha optado por describir las condiciones ambientales esperadas bajo tres posibles escenarios, a saber: 1) comportamiento del medio sin el proyecto; 2) comportamiento del medio con el proyecto, pero sin la aplicación de las medidas propuestas en el capítulo 8; y 3) comportamiento del medio con el proyecto y con la aplicación de las medidas propuestas en el capítulo 8. Finalmente se realizará una valoración y análisis comparativo de los tres escenarios descritos, a fin de poder dar un diagnóstico integral, considerando todos los posibles efectos ambientales que tendrá el proyecto, y como éste propone evitar que se generen, o en su caso, que se reduzcan en magnitud.

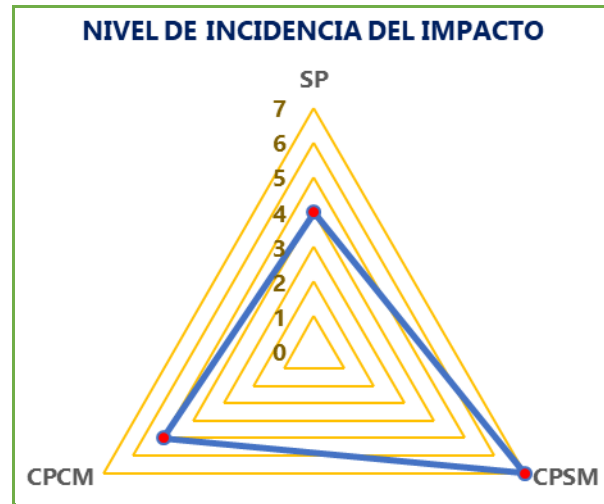
ESCENARIO	REDUCCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL
Sin proyecto (SP)	El predio sin el proyecto mantendría su cobertura vegetal actual, por lo que su estructura y composición no se verían alterados. Las especies presentes continuarían su proceso natural de regeneración y seguirían prestando servicios ambientales ecológicos como protección de la biodiversidad, protección de los suelos, captación de agua en cantidad y calidad, paisaje, etc.
Con proyecto y sin medidas	Sin la supervisión del desmonte, y sin la aplicación de cinta precautoria, o malla para delimitar las áreas de conservación del proyecto, se remueve vegetación en áreas no previstas para su aprovechamiento. Sin un control del desmonte,

ESCENARIO	REDUCCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL
(CPSM)	se pierden especies de fauna silvestre de lento desplazamiento y sin un rescate de flora, se pierde un alto porcentaje del germoplasma de las especies florísticas presentes.
Con proyecto y con medidas (CPCM)	Se lleva a cabo una estricta supervisión del desmonte, y con la aplicación de cinta precautoria, o malla para delimitar las áreas de conservación del proyecto y aquellas que no estén siendo intervenidas, la remoción de la vegetación sólo ocurre dentro del área de aprovechamiento proyectada. El desmonte es gradual y controlado, y se lleva a cabo un rescate de flora y fauna previo a su ejecución, por lo que se recuperan especies de fauna silvestre de lento desplazamiento y flora de importancia ecológica, salvaguardando el germoplasma de las especies presentes. Se conserva el 97.11% de la superficie del predio, con cobertura vegetal y se reforestan áreas perturbadas.

Lo descrito anteriormente se resume en la siguiente tabla:

COBERTURA VEGETAL	SP	CPSM	CPCM
Especies de flora y fauna	Micropoblaciones estables	Se pierden un alto porcentaje	Pérdida menor al 2.89%
Subtotal	1	2	1
Fragmentación	Moderada por el antiguo camino costero	Se acentúa con el desmonte	Se conservan áreas naturales que permiten la conexión ecosistémica
Subtotal	2	3	2
Pérdida del ecosistema	Se mantiene en estado natural	Se pierde un alto porcentaje	Se pierde solo el 2.89%
Subtotal	1	2	2
Incidencia total	4	7	5

Los resultados de la tabla que antecede se pueden observar gráficamente de la siguiente manera:

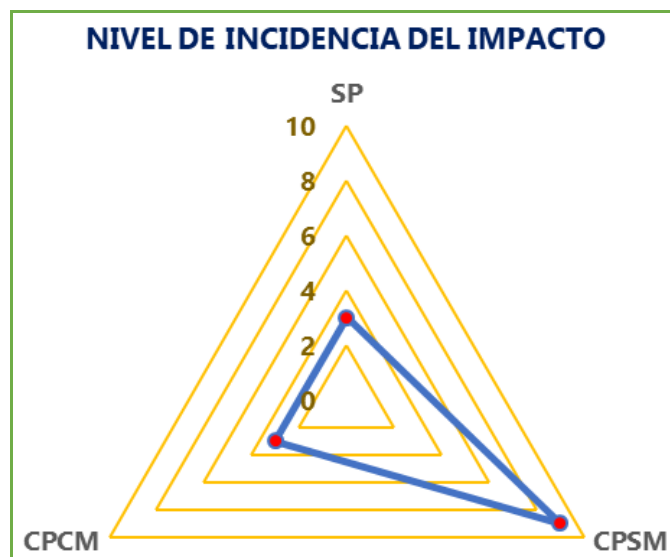


De acuerdo con el gráfico que antecede, observamos que la pérdida de la cobertura vegetal ocurrirá inevitablemente con el desarrollo del proyecto, sin embargo, el impacto incrementa su incidencia con la presencia del proyecto y sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación; pero se mantiene estable en su nivel de significancia en los escenarios proyectados sin el proyecto, y con el proyecto, pero con la aplicación de las medidas propuestas.

ESCENARIO	AFECTACIONES A LA HIDROLOGÍA
Sin proyecto (SP)	La superficie del predio mantiene su cobertura vegetal en el 100%, por lo que no se ve alterada su área permeable, facilitando la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo.
Con proyecto y sin medidas (CPSM)	Sin la aplicación de cinta precautoria, o malla para delimitar las áreas de conservación del proyecto, no hay control sobre la superficie de aprovechamiento, sellándose el suelo más allá del área prevista el desplante; es decir, en más del 2.23% proyectado; provocando un mal funcionamiento del ciclo de absorción del agua pluvial hacia el subsuelo. No existe un manejo adecuado de residuos, los cuales ocasionan la contaminación del suelo, que a su vez influye de manera directa en la contaminación del manto freático, afectando la provisión de agua en calidad.

ESCENARIO	AFECTACIONES A LA HIDROLOGÍA
Con proyecto y con medidas (CPCM)	La superficie del predio mantiene su cobertura vegetal en las áreas de conservación, sin embargo, se ve alterada su área permeable, pero sólo en el 2.23% de su superficie, es decir, mantiene 97.77% como área permeable. Existe un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, lo que se traduce en la ausencia de contaminación del subsuelo, que a su vez beneficia la provisión de agua en calidad.

PERMEABILIDAD	SP	CPSM	CPCM
Reducción	Inexistente	> 2.23%	2.23%
Subtotal	1	3	1
Permeabilidad	100%	< 97.77%	97.77%
Subtotal	1	3	1
Recarga del acuífero	100%	< 97.77%	97.77%
Subtotal	1	3	1
Incidencia total	3	9	3



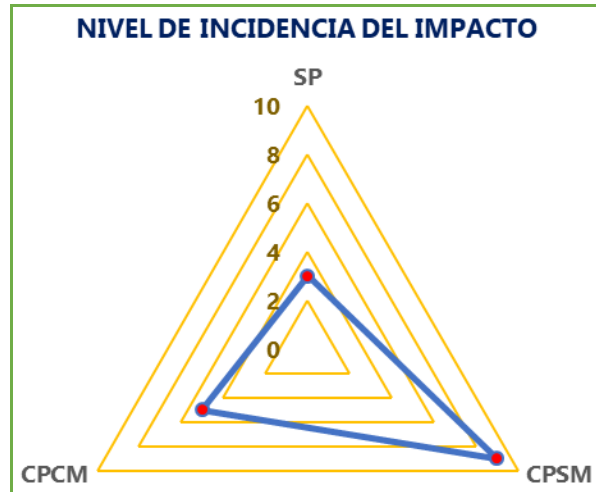
Los pronósticos indican que sin el proyecto se mantiene el 100% de permeabilidad del predio al conservarse su cobertura vegetal, lo que favorece la infiltración de agua al subsuelo para la recarga del acuífero; sin embargo, al desarrollarse el proyecto se hace presente el impacto ambiental por sellado del suelo, lo que

reduce la superficie permeable del predio; que se ve incrementado con la ausencia de las medidas preventivas y de mitigación, duplicando el efecto del impacto. Por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto, conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas, es decir, el impacto no será suprimido del medio, pero si se verá reducido en magnitud.

ESCENARIO	PÉRDIDA DEL HÁBITAT
Sin proyecto (SP)	El predio sin el proyecto mantendría su cobertura vegetal actual, por lo que su estructura y composición no se verían alterados. Las especies presentes continuarían su proceso natural de regeneración, manteniéndose los nichos ecológicos actuales como hábitat de flora y fauna.
Con proyecto y sin medidas (CPSM)	Sin la supervisión del desmonte, y sin la aplicación de cinta precautoria, o malla para delimitar las áreas de conservación, se remueve un alto porcentaje de la vegetación presente, y con ello el hábitat disponible para la fauna. Sin un control del desmonte, se pierden especies de fauna silvestre de lento desplazamiento y sin un rescate de flora, se pierden todo el germoplasma de las especies florísticas presentes.
Con proyecto y con medidas (CPCM)	Se lleva a cabo una estricta supervisión del desmonte, y con la aplicación de cinta precautoria, o malla para delimitar las áreas de conservación y aquellas que no estén siendo intervenidas, la remoción de la vegetación sólo ocurre dentro del área de aprovechamiento proyectada. El desmonte es gradual y controlado, y se lleva a cabo un rescate de flora y fauna previo a su ejecución, por lo que se recuperan especies de fauna silvestre de lento desplazamiento y flora de importancia ecológica, salvaguardando el germoplasma de las especies presentes; y finalmente se respetan las áreas de conservación que continuarán ofreciendo hábitats naturales para la flora y la fauna del sitio.

HÁBITAT	SP	CPSM	CPCM
Conectividad	Existente con predios vecinos	Fragmentado	Existente con predios vecinos
Subtotal	1	3	1
Pérdida	Sin pérdida	Alto porcentaje	Pérdida del 2.89%
Subtotal	1	3	2

Nichos ecológicos	Se mantienen con perturbación	Se pierde un alto porcentaje	Se mantienen en el 97.11% sin perturbación
Subtotal	1	3	2
Incidencia total	3	9	5

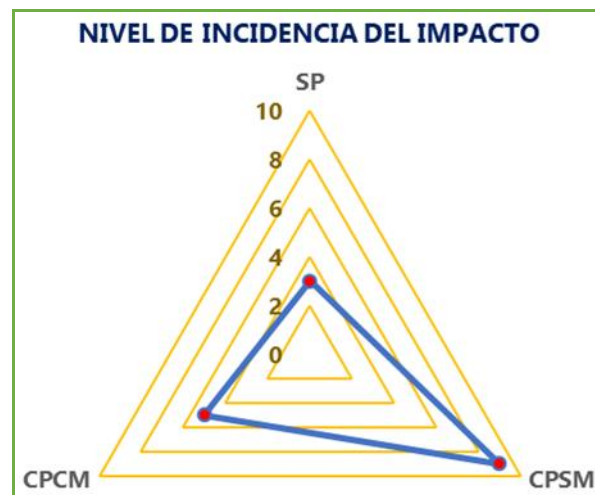


De acuerdo con el gráfico que antecede, observamos que la pérdida del hábitat tendrá un nivel de incidencia similar sin el proyecto y con la ejecución de este siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas, es decir, el nivel de significancia del impacto se incrementa levemente. Sin embargo, el nivel del impacto se incrementa de manera exponencial si no se ejecutan esas medidas, adquiriendo una mayor magnitud.

ESCENARIOS	REMOCIÓN DEL SUELO
Sin proyecto	El predio, al mantener su cobertura vegetal actual, conserva el suelo en estado natural, así como los procesos biológicos y de regeneración natural.
Con proyecto y sin medidas	Se elimina la cobertura vegetal actual, es decir, la capa protectora de suelo, y al no ejecutarse el rescate de la capa fértil (sustrato con materia orgánica) este se pierde en su totalidad.

ESCENARIOS	REMOCIÓN DEL SUELO
Con proyecto y con medidas	Se elimina la cobertura vegetal actual, es decir, la capa protectora de suelo, pero se lleva a cabo el rescate de la capa fértil (sustrato con materia orgánica), por lo que se recupera un porcentaje de dicho recurso y es resguardado para su uso en el rescate de vegetación y enriquecimiento de las áreas de conservación. Se conservan áreas verdes naturales que mantienen los procesos naturales de regeneración del suelo.

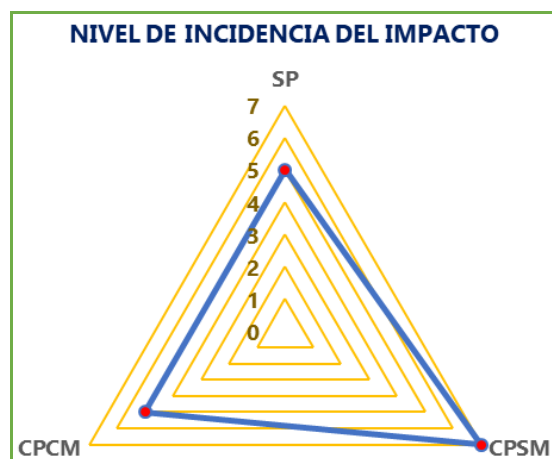
SUELO	SP	CPSM	CPCM
Pérdida	Sin pérdida	Pérdida > 2.89%	Sin pérdida
Subtotal	1	3	1
Regeneración natural	Se conserva	Pérdida > 2.89%	Pérdida del 2.89%
Subtotal	1	3	2
Procesos biológicos	Se conservan	Pérdida > 2.89%	Pérdida del 2.89%
Subtotal	1	3	2
Incidencia total	3	9	5



De acuerdo con el gráfico que antecede, observamos que la pérdida del suelo tendrá un nivel de incidencia bajo sin el proyecto, sin embargo, de no aplicarse las medidas propuestas para mitigar ese impacto, el nivel de incidencia a futuro se triplicará con el desarrollo del proyecto, por eso es necesaria e indispensable ejecutarlas para reducir el efecto del impacto ambiental por remoción de suelo.

ESCENARIOS	SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS
Sin proyecto	El predio colinda con áreas que presentan cobertura vegetal nativa, por lo que no se observan otros procesos constructivos, de tal modo que la suspensión de partículas se limita al antiguo camino costero, por el constante tránsito de vehículos, aun cuando el proyecto no se lleva a cabo en la actualidad.
Con proyecto y sin medidas	El predio colinda con áreas que presentan cobertura vegetal nativa, por lo que no se observan otros procesos constructivos, de tal modo que la suspensión de partículas no sólo se limita al antiguo camino costero, por el constante tránsito de vehículos, sino que se agregan aquellas partículas suspendidas por el desarrollo del proyecto, mismo que contribuye a un incremento de las mismas.
Con proyecto y con medidas	El predio colinda con áreas que presentan cobertura vegetal nativa, por lo que no se observan otros procesos constructivos, de tal modo que la suspensión de partículas se limita al antiguo camino costero, por el constante tránsito de vehículos; y en este caso particular, se limita al área de proyecto; dado que se instalan barreras antidispersantes durante la construcción del proyecto y se humedecerán las áreas que impliquen la dispersión de partículas, por lo que estas son retenidas al interior de la zona de aprovechamiento, evitando que la magnitud del impacto se extienda.

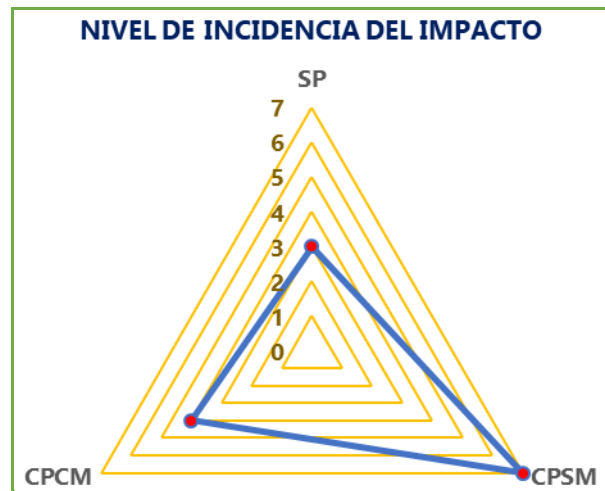
SUELO	SP	CPSM	CPCM
Presencia	Existente	Existente	Existente
Subtotal	3	3	3
Nivel de ocurrencia	Puntual	Extenso	Puntual
Subtotal	1	3	1
Permanencia en el medio	Temporal	Temporal	Temporal
Subtotal	1	1	1
Incidencia total	5	7	5



Observamos en el gráfico que el nivel de incidencia del impacto por suspensión de partículas, es idéntico sin el proyecto y con la existencia de este, pero considerando la aplicación de las medidas preventivas propuestas, por lo que resulta indispensable ejecutarlas para no incrementar su magnitud, ya que, de acuerdo con el pronóstico del escenario sin la aplicación de las medidas, se observa que esa magnitud se incrementaría.

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
Sin proyecto	En las cercanías del predio no existen otros desarrollos habitacionales, por lo que el paisaje en la zona es predominante con elementos naturales, de tal modo que son importantes como parte de la calidad visual del paisaje, dado el bajo porcentaje de aprovechamiento permitido en la zona.
Con proyecto y sin medidas	En las cercanías del predio no existen otros desarrollos habitacionales, por lo que el paisaje en la zona es predominante con elementos naturales, de tal modo que son importantes como parte de la calidad visual del paisaje, dado el bajo porcentaje de aprovechamiento permitido en la zona. Sin un control o supervisión del proyecto, se afectan otras áreas no previstas, lo que reduce la calidad visual más allá de lo previsto y solicitado.
Con proyecto y con medidas	En las cercanías del predio no existen otros desarrollos habitacionales, por lo que el paisaje en la zona es predominante con elementos naturales, de tal modo que son importantes como parte de la calidad visual del paisaje, dado el bajo porcentaje de aprovechamiento permitido en la zona. Con la remoción de la cobertura vegetal del predio en sólo el 2.89%, y la conservación de áreas verdes naturales, la calidad visual del paisaje no se pierde, pues se respeta el entorno natural sobre el antrópico, de tal modo que el proyecto terminará siendo absorbido por el paisaje.

PAISAJE	SP	CPSM	CPCM
Calidad visual	Alta	Baja	Moderada
Subtotal	1	3	2
Entorno predominante	Natural	Antrópico	Natural
Subtotal	1	2	1
Capacidad de absorción	Alta	Moderada	Alta
Subtotal	1	2	1
Incidencia total	3	7	4

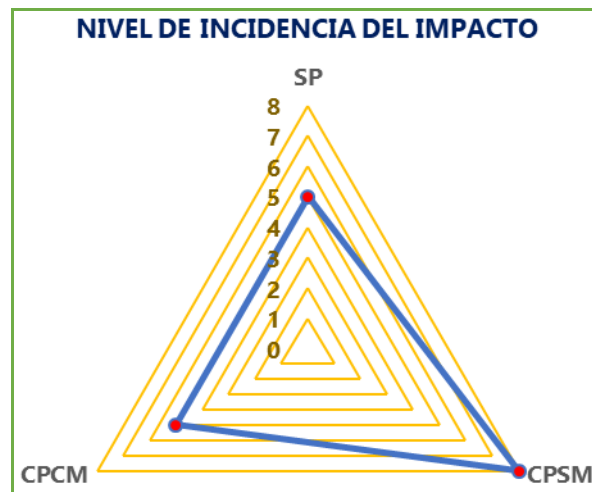


Como podemos observar en el gráfico y del análisis previo, la calidad visual del paisaje terminará siendo natural y predominante sobre el antrópico dada la baja tasa de aprovechamiento permitida, por lo que aquellos elementos naturales existentes destacan por su importancia en el medio visual; en ese sentido, se pronostica que el nivel de incidencia del impacto, será similar con o sin el proyecto, siempre y cuando se apliquen las medidas preventivas o de mitigación, y se conserve el 97.11% de la cobertura vegetal original.

ESCENARIOS	PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT
Sin proyecto	Actualmente los hábitats que alberga la cobertura vegetal del predio del proyecto, se encuentran perturbados y fragmentados debido al antiguo camino costero de la zona; sin embargo, mantienen su conectividad con predios aledaños, de tal modo que el hábitat disponible se hace extensivo.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente los hábitats que alberga la cobertura vegetal del predio del proyecto, se encuentran fragmentados debido al antiguo camino costero de la zona; sin embargo, se pierde su conectividad con predios aledaños, de tal modo que el hábitat disponible se hace reducido, debido a que no se respetan las áreas de conservación.

ESCENARIOS	PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT
Con proyecto y con medidas	Actualmente los hábitats que alberga la cobertura vegetal del predio del proyecto, se encuentran perturbados y fragmentados debido al antiguo camino costero de la zona; sin embargo, mantiene su conectividad con predios aledaños, de tal modo que el hábitat continúa siendo extensivo, debido a que se respetan las áreas de conservación.

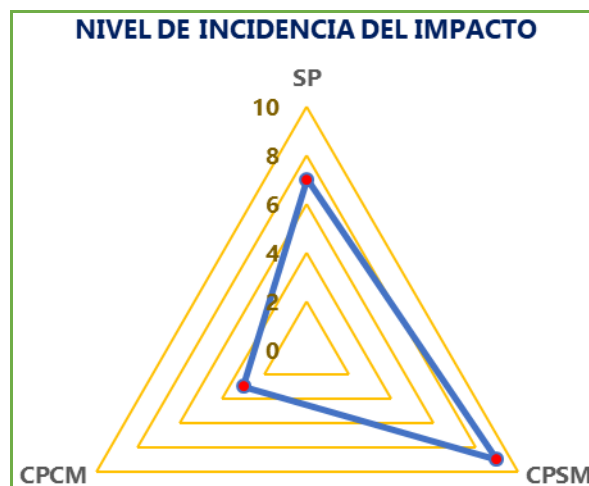
HÁBITAT	SP	CPSM	CPCM
Perturbación	Existente	Existente	Existente
Subtotal	3	3	3
Calidad	Alta	Baja	Alta
Subtotal	1	3	1
Ocurrencia	Extensivo	Reducido	Extensivo
Subtotal	1	2	1
Incidencia total	5	8	5



Conforme al análisis previo, tenemos que la perturbación del hábitat ocurrirá con o sin el desarrollo del proyecto, pero se verá ligeramente incrementada sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación; por lo tanto, para ajustar el proyecto al pronóstico del escenario con la aplicación de las medidas, será necesario llevarlas a cabo para mantener el impacto dentro de la categoría de “bajo”, conforme a la evaluación realizada en el capítulo 5.

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
Sin proyecto	Actualmente ocurre la generación de residuos, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de los mismos. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero. El volumen de residuos sin manejo incrementa con el desarrollo del proyecto, ocasionando un problema de contaminación más elevado que el actual.
Con proyecto y con medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de los mismos. El volumen de residuos se incrementa con el desarrollo del proyecto, sin embargo, se implementa un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los mismos, por lo que no contribuye a la problemática actual detectada en el área de influencia, ni incrementa el nivel del impacto por efectos acumulativos.

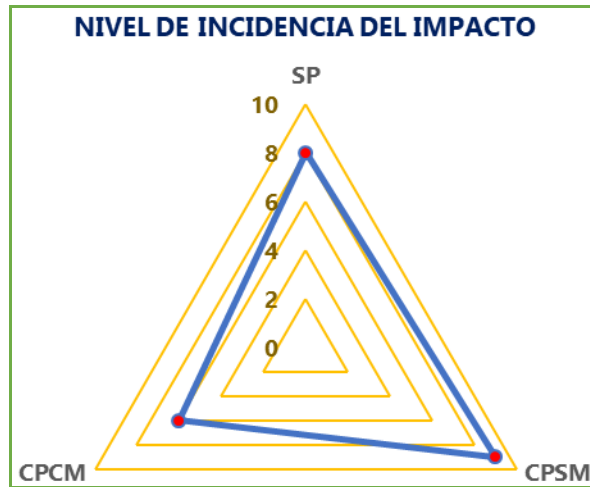
CONTAMINACIÓN	SP	CPSM	CPCM
Problemática	Existente	Existente	Inexistente
Subtotal	3	3	1
Problemas de salubridad	Existente	Existente	Inexistente
Subtotal	3	3	1
Proliferación de fauna nociva	Sin ocurrencia	Con ocurrencia	Sin ocurrencia
Subtotal	1	3	1
Incidencia total	7	9	3



Conforme al análisis previo, observamos que la mejor manera de reducir el nivel de incidencia del impacto sobre el medio, es hacer un correcto manejo de residuos, ya que, sin la aplicación de las medidas propuestas, el nivel del impacto se incrementará por encima de la situación actual de la problemática detectada.

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN AUDITIVA
Sin proyecto	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero. Con el desarrollo del proyecto el nivel de ruido se incrementa, dado que no se respetan los decibeles permitidos, ni el horario diurno propuesto para el desarrollo de los trabajos proyectados.
Con proyecto y con medidas	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la existencia del antiguo camino costero. El proyecto genera ruido, pero en menor proporción, dentro de un horario permitido y dentro de los decibeles establecidos por la norma, de tal modo que el nivel del impacto no se incrementa con el desarrollo del proyecto.

RUIDO	SP	CPSM	CPCM
Problemática	Existente	Existente	Existente
Subtotal	3	3	3
Decibeles	Constantes	Se incrementan	Constantes
Subtotal	2	3	2
Horario de trabajo	Irregular	Irregular	Diurno
Subtotal	3	3	1
Incidencia total	8	9	6

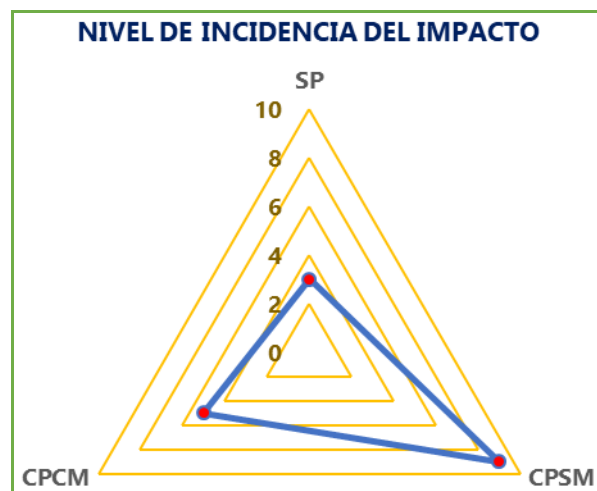


Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto y sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, y con la ausencia de este, el nivel de incidencia del impacto será similar en ambos casos; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto, conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas.

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES
Sin proyecto	Los servicios ambientales del ecosistema no se puntualizan a nivel del predio, ya que se trata de elementos del medio intangible y de gran extensión que involucran a un ecosistema completo que se mide de acuerdo con sus límites ecológicos y no a límites prediales. Al conservarse la cobertura vegetal del predio al 100%, se mantienen los servicios ambientales que esa superficie provee actualmente, sin embargo, el ecosistema ha quedado fragmentado y aislado debido a la existencia del antiguo camino costero.
Con proyecto y sin medidas	Los servicios ambientales del ecosistema no se puntualizan a nivel del predio, ya que se trata de elementos del medio intangible y de gran extensión que involucran a un ecosistema completo que se mide de acuerdo con sus límites ecológicos y no a límites prediales. Sin la aplicación de medidas de mitigación, el nivel del impacto se incrementa, dado que remueve la cobertura vegetal en las áreas de conservación al no existir un control y supervisión del desmonte.

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES
Con proyecto y con medidas	Los servicios ambientales del ecosistema no se puntualizan a nivel del predio, ya que se trata de elementos del medio intangible y de gran extensión que involucran a un ecosistema completo que se mide de acuerdo con sus límites ecológicos y no a límites prediales. Con la conservación de áreas en estado natural en el 97.11% del predio, el nivel del impacto será bajo, dado que sólo se provecha el 2.89% de la cobertura vegetal existente, lo que asegura que los servicios ambientales que se proveen actualmente, se mantengan aún con la remoción de la vegetación.

SERVICIOS AMBIENTALES	SP	CPSM	CPCM
Extensión	Puntual	Inexistente	Puntual
Subtotal	1	3	1
Pérdida	Inexistente	Alta	Baja
Subtotal	1	3	2
Reducción	Inexistente	> al 2.89%	2.89%
Subtotal	1	3	2
Incidencia total	3	9	5

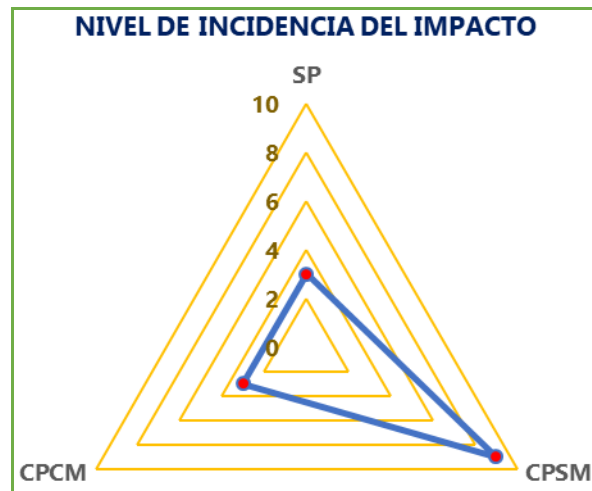


Los pronósticos indican que con el desarrollo del proyecto y sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación, el nivel de incidencia del impacto será mayor; por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo

del impacto, conforme al pronóstico del escenario con el proyecto y la aplicación de medidas, por lo tanto, se anticipa que con las medidas que serán aplicadas, siendo la más importante la conservación del 97.11% de la cobertura vegetal, sólo se alcanzará a reducir el efecto del impacto pero no a suprimirlo completamente del medio.

ESCENARIOS	REDUCCIÓN DE LA SUPERFICIE PERMEABLE
Sin proyecto	La superficie del predio mantiene su cobertura vegetal en el 100%, por lo que no se ve alterada su área permeable.
Con proyecto y sin medidas	Ocurre el sellado del suelo en más del 2.23% proyectado, debido a la falta de supervisión del proyecto, y dado que no se ejecutan las medidas de mitigación propuestas, no hay control del área de desplante por lo que se compacta el suelo más allá del área prevista para aprovechamiento.
Con proyecto y con medidas	La superficie del predio mantiene su cobertura vegetal en las áreas se conservación, sin embargo, se ve alterada su área permeable, pero sólo en el 2.23% de su superficie, es decir, mantiene 97.77% como área permeable, al ejecutarse de manera adecuada las medidas preventivas y de mitigación propuestas; como la delimitación de áreas de conservación.

PERMEABILIDAD	SP	CPSM	CPCM
Reducción	Inexistente	100%	2.23%
Subtotal	1	3	1
Permeabilidad	100%	< 97.77%	97.77%
Subtotal	1	3	1
Recarga del acuífero	100%	< 97.77%	97.77%
Subtotal	1	3	1
Incidencia total	3	9	3

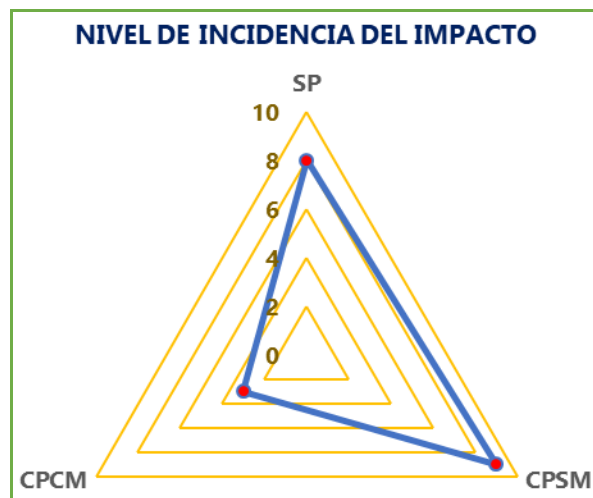


Los pronósticos indican que sin el proyecto se mantiene el 100% de permeabilidad del predio al conservarse su cobertura vegetal, lo que favorece la infiltración de agua al subsuelo para la recarga del acuífero; sin embargo, al desarrollarse el proyecto se hace presente el impacto ambiental por sellado del suelo, lo que reduce la superficie permeable del predio, aunque de manera poco significativa pero que se ve incrementado con la ausencia de las medidas preventivas y de mitigación, duplicando el efecto del impacto. Por lo que resulta indispensable ejecutar esas medidas para alcanzar un nivel bajo del impacto, el impacto no será suprimido del medio, pero si se verá reducido en magnitud.

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO
Sin proyecto	Es posible que existan descargas clandestinas de aguas residuales en las inmediaciones del proyecto, dado que la zona no cuenta con sistema de drenaje y saneamiento sanitario, lo que puede estar repercutiendo en la presencia de agentes patógenos o contaminantes en el acuífero, aún sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Es posible que existan descargas clandestinas de aguas residuales en las inmediaciones del proyecto, dado que la zona no cuenta con sistema de drenaje y saneamiento sanitario. Durante el proyecto, al no existir un manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales que se espera generar en las distintas etapas que lo componen, el grado de contaminación incrementaría

ESCENARIOS	CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO
	notablemente. Se registra fecalismo y micción al aire libre debido a la falta de sanitarios para los trabajadores.
Con proyecto y con medidas	Es posible que existan descargas clandestinas de aguas residuales en las inmediaciones del proyecto. No obstante, al llevarse a cabo un manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales que se espera generar en las distintas etapas del proyecto, el grado de contaminación, se mantiene estable pero no incrementa con la presencia del proyecto. Se suprime el fecalismo y micción al aire libre debido a la instalación de baños para los trabajadores. contaminantes directamente al acuífero debido a las perforaciones.

ACUÍFERO	SP	CPSM	CPCM
Contaminación	Probablemente existente	Probablemente existente	No contribuye
Subtotal	3	3	1
Calidad del acuífero dulce	Buena	Regular	Buena
Subtotal	2	3	1
Problemas de salubridad	Latente	Latente	Inexistente
Subtotal	3	3	1
Incidencia total	8	9	3



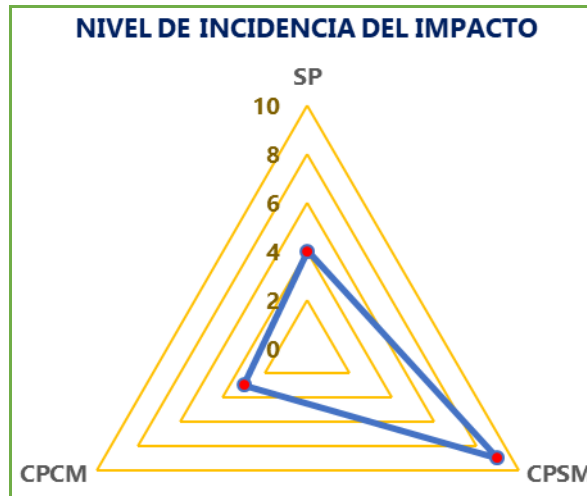
Conforme al análisis previo, tenemos que el proyecto no contribuye a la problemática de contaminación del acuífero en la zona, dado que implementará el

saneamiento de aguas residuales a través de un sistema de tratamiento hasta nivel terciario. Sin embargo, de no realizarse esta y otras medidas propuestas, el nivel de contaminación del acuífero en la zona, de existir, se incrementaría con la presencia del proyecto.

ESCENARIOS	AFECTACIONES A LA DUNA COSTERA
Sin proyecto	La duna costera existente en la zona se encuentra perturbada por la presencia de palma de coco, producto de la actividad coprera llevada a cabo en los años 60, así como por el recale de sargazo. No obstante, existen grandes extensiones de terreno en donde la duna se mantiene inalterada y en buen estado de conservación; lo que acontece sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	La duna costera existente en la zona se encuentra perturbada por la presencia de palma de coco, producto de la actividad coprera llevada a cabo en los años 60, así como por el recale de sargazo. No obstante, existen grandes extensiones de terreno en donde la duna se mantiene inalterada y en buen estado de conservación; lo que acontece aun con la existencia del proyecto; sin embargo, al no existir un control y supervisión del área de aprovechamiento proyectada, se afectan áreas de duna costera en buen estado de conservación, lo que reduce su cobertura vegetal y modifica sus patrones de distribución original.
Con proyecto y con medidas	La duna costera existente en la zona se encuentra perturbada por la presencia de palma de coco, producto de la actividad coprera llevada a cabo en los años 60, así como por el recale de sargazo. No obstante, existen grandes extensiones de terreno en donde la duna se mantiene inalterada y en buen estado de conservación; lo que acontece aun con la existencia del proyecto. Se instalan letreros, cinta o malla, y se lleva a cabo la supervisión del área de ocupación del proyecto, de tal modo que la duna costera permanece inalterada. Se conforma un andador de acceso a la playa en forma de zigzag a través de la duna, en áreas con vegetación herbácea, con el objeto de que el tránsito de personas no altere su cobertura vegetal original.

DUNA COSTERA	SP	CPSM	CPCM
Cobertura vegetal	Perturbada por palma de coco	Perturbada por el proyecto	No contribuye
Subtotal	2	3	1
Calidad del ecosistema	Alta	Baja	Alta

DUNA COSTERA	SP	CPSM	CPCM
Subtotal	1	3	1
Fragmentación	Inexistente	Con ocurrencia	Inexistente
Subtotal	1	3	1
Incidencia total	4	9	3



Conforme al análisis previo, tenemos que el proyecto no contribuye a la problemática de contaminación de alteración al ecosistema de una costera, siempre y cuando se apliquen las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para no afectar la duna costera; pues de lo contrario el nivel de incidencia del impacto se triplica, de tal modo que la duna termina por ser afectada con el desarrollo del proyecto, aun cuando no se tiene previsto su aprovechamiento.

CAPÍTULO 11

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

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en este Documento Técnico Unificado, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

11.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

11.1.1. Planos georreferenciados

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas **QGIS (3.4.1 Madeira)** y **AutoCAD 2018**; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e

Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

11.1.2. Planos arquitectónicos

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, así como el desplante de las obras, fueron realizados con base en el programa AutoCAD 2018.

11.1.3. Imágenes aéreas

Las imágenes presentadas en los diversos capítulos que integran este estudio, particularmente las satelitales, fueron obtenidas de imágenes Landsat, Ortofotos y del programa Google Earth (2019), con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

También se utilizó la técnica de fotogrametría para obtener imágenes aéreas georreferenciadas del sitio del proyecto, con el uso de un vehículo no tripulado (dron) de la marca DJ Phantom.

11.1.4. Fotografías

Las fotos que enriquecen los textos descritos en el presente manifiesto, fueron tomadas a través de una cámara digital marca Canon 7D Mark II, con una resolución máxima de 12 megapíxeles efectivos.

11.1.5. Imágenes gráficas

Las imágenes que se presentan en los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

11.1.6. Coordenadas

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento, fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Emlid, modelo Reach RS (RTK). Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

11.2. BIBLIOGRAFÍA

- ▶ Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- ▶ Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

- ▶ Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ▶ Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 1986. DECRETO por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2010. Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2015. ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
- ▶ Diario Oficial de la Federación. 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- ▶ Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.
- ▶ Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.

- ▶ Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- ▶ Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).
- ▶ Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. “Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.
- ▶ Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2002. Programa de Ordenamiento Ecológico de la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an
- ▶ Ricardo O, Russo. 2009. Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth Unidad de carbono neutro.
- ▶ Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.

11.3. PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

- ▶ <http://www.conabio.gob.mx>

- ▶ <http://www.conanp.gob.mx>
- ▶ <http://www.conafor.gob.mx>
- ▶ <http://www.cronchoil.com>
- ▶ <http://www.ine.gob.mx>
- ▶ <http://www.inegi.gob.mx>
- ▶ <http://www.semarnat.gob.mx>
- ▶ <http://sema.qroo.gob.mx>