

RESUMEN EJECUTIVO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO TREN MAYA TRAMO 7



Coordinador del Proyecto

Coordinador Técnico

Participantes



Eliminado: 51 nombres en virtud de tratarse de información que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable, con fundamento en el artículo 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública en relación con los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como la Elaboración de Versiones Públicas.

Cartografía

Coordinación en administración y seguimiento contractual

Diseño gráfico y edición del documento

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	1
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	3
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	3
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES	3
I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL	3
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	3
I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	3
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP	3
I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO	3
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	4
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA	4
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO	4
Principales objetivos del proyecto	4
Características generales	4
Servicios ofrecidos	5
II.1.2 JUSTIFICACIÓN	5
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO	6
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA	6
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA	6
II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES	6
II.2.2 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES Y ASOCIADAS	8
II.2.3 PROGRAMA DE TRABAJO	9
II.2.5 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA	10
Superficie a afectar (M ²) respecto a la cobertura vegetal	15
II.2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	16
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	18
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	20
IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO	20
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	22
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR	24
IV.3.1 MEDIO ABIÓTICO	24

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Clima y fenómenos meteorológicos _____	24
IV.3.2 MEDIO BIÓTICO _____	33
Vegetación _____	33
Fauna _____	35
IV.3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO _____	37
Sociedad, economía y cultura _____	37
IV.3.4 PAISAJE _____	42
IV.4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL _____	43
Capacidad de respuesta del SAR en función de las principales tendencias de desarrollo ambiental de la región _____	44
V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL _____	46
V.4 IMPACTOS RESIDUALES _____	51
V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS _____	51
V.6 IMPACTOS SINÉRGICOS _____	51
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL _____	52
PROGRAMAS Y ESTUDIOS ESPECÍFICOS PARA EL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL _____	52
Programa de Vigilancia Ambiental _____	52
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre _____	54
Programa de Rescate y Reubicación de flora _____	56
Programa de establecimiento y monitoreo de pasos de fauna _____	58
Programa de conservación de suelo y reforestación _____	60
Programa de prevención, mitigación y manejo de contingencias ambientales _____	61
Programa de Manejo integral de residuos _____	63
Programa de la calidad del aire _____	65
VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS _____	67
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS _____	68
VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO _____	69
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO _____	74
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN _____	78
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL _____	83
CONCLUSIÓN _____	84

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. <i>Coordenadas del trazo.</i>	6
Cuadro 2. <i>Municipios involucrados en el Proyecto.</i>	6
Cuadro 3. <i>Características de la vía ferroviaria.</i>	7
Cuadro 4. <i>Superficies ocupadas por las obras del Proyecto Tren Maya Tramo 7.</i>	10
Cuadro 5. <i>Superficies de afectación respecto a la cobertura vegetal (m²) en el Proyecto Tren Maya Tramo 7.</i>	15
Cuadro 6. <i>Tipos de suelo presentes en el SAR, de acuerdo con los datos edafológicos serie II (INEGI, 2013).</i>	33
Cuadro 7. <i>Usos de suelo y vegetación del SAR.</i>	34
Cuadro 8. <i>Usos de suelo y vegetación del AI.</i>	34
Cuadro 9. <i>Uso de suelo y vegetación en área de CUS.</i>	35
Cuadro 10. <i>Impactos ambientales identificados para el proyecto y su importancia por etapas.</i>	47
Cuadro 11. <i>Tendencia del SAR sin proyecto.</i>	69
Cuadro 12. <i>Tendencia del SAR con el proyecto SIN implementar medidas de mitigación.</i>	74
Cuadro 13. <i>Tendencia del SAR con el proyecto implementando medidas de mitigación.</i>	78

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. <i>Localización geográfica del proyecto Tren Maya Tramo 7 en los Estados de Campeche y Q. Roo, México.</i>	2
Figura 2. <i>Programa de Ejecución de TM Tramo 7.</i>	10
Figura 3. <i>Obras del proyecto TM-T7.</i>	14
Figura 4. <i>Vinculación del proyecto TM-T7.</i>	19
Figura 5. <i>Sistema Ambiental Regional del Proyecto Tren Maya Tramo 7.</i>	21
Figura 6. <i>Área de influencia del Proyecto Tren Maya Tramo 7.</i>	23
Figura 7. <i>Representación de distribución de la riqueza específica en el SAR en los principales grupos de vertebrados. El círculo interno muestra la distribución porcentual de especies para cada grupo; el círculo exterior representa la distribución porcentual de especies con algún grado de endemismo.</i>	36
Figura 8. <i>Distribución porcentual de especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	36



ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El proyecto pertenece al sector de vías generales de comunicación y consta del desarrollo de una línea ferroviaria de doble vía para el tráfico mixto, con una longitud de 255.36 km y se titula “Tren Maya Tramo 7” con una vida útil de 50 años.

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Tren Maya Tramo 7 se localiza geográficamente en la porción sur de la Península de Yucatán, dentro de los Estados de Campeche y Quintana Roo (*Figura 1*).

Las coordenadas geográficas extremas del trazo del proyecto son 18°39'33" al norte y 18°26'39" al sur en latitud norte, y 88°28'59" al este y 90°44'46" al oeste en longitud oeste. Las principales áreas urbanas que recorre el trazo corresponden a Nicolás Bravo, en Quintana Roo y Xpujil, Centenario y Escárcega en Campeche. El trazo del Tramo 7 inicia en las coordenadas X: 3,922,619.04 y Y: 792,862.90 y concluye en X: 3,684,638.73 y Y: 777,854.20 utilizando una proyección Cónica Conforme de Lambert.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

FONATUR TREN MAYA, S.A. DE C.V.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

FOP691009FF3

I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

[REDACTED]

Apoderado Legal

Correo electrónico: [REDACTED]

Teléfono: : [REDACTED] ext. [REDACTED]

Eliminado: 1 nombre, 1 correo electrónico y 1 teléfono en virtud de tratarse de información que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable, con fundamento en el artículo 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública en relación con los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como la Elaboración de Versiones Públicas.

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN

I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[REDACTED]

Cédula Profesional: [REDACTED]

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

CURP [REDACTED]

I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO

[REDACTED]

[REDACTED]

Teléfono(s): [REDACTED] ext [REDACTED]

Correo electrónico: [REDACTED]

Eliminado: un nombre, una cédula profesional, un CURP, una dirección, un teléfono y un correo electrónico, en virtud de tratarse de información que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable, con fundamento en el artículo 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública en relación con los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como la Elaboración de Versiones Públicas.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El desarrollo de este Proyecto corresponde al tramo 7 y tiene una longitud de 255.36 km entre los Estados de Quintana Roo y Campeche, en la Península de Yucatán.

La línea ferroviaria de doble vía objeto del proyecto es apta para Tráfico Mixto (pasajeros y carga) con velocidades de proyecto, máxima de 160 km/h para trenes de viajeros y mínima de 100 km/h para los trenes de mercancías.

PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROYECTO

- ◆ Diversificar y fortalecer la industria turística en la región y en México.
- ◆ Impulsar el desarrollo socioeconómico de la región y de los pueblos y comunidades originarias.
- ◆ Fomentar la inclusión social y la creación de empleo.
- ◆ Promover y resguardar las culturas indígenas de la región.
- ◆ Promover la reordenación territorial del estado Quintana Roo y Campeche

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Locomotora Diésel
- Material Rodante Pasajeros: Tren a Diésel.
- 4 estaciones de demanda baja: Nicolás Bravo, Xpujil, Conhuas y Centenario
- Base de mantenimiento: Xpujil
- Tren de velocidad media (máxima de 160 km/h para pasajeros y de 100 Km/h para carga).
- Pasos vehiculares (PSV)
- Pasos de fauna.
- Obras de drenaje.

SERVICIOS OFRECIDOS

- Transporte de la población local.
- Transporte de Turistas.
- Carga de alimentos, combustibles y mercancías varias.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

El Proyecto del Tren Maya Tramo 7 será el principal proyecto de infraestructura, desarrollo socioeconómico y turismo sostenible del actual gobierno.

El Proyecto promueve un esquema turístico en el que los visitantes recorren comunidades de la región con lo cual se espera una derrama económica local, así mismo se crean oportunidades laborales y se distribuye la riqueza a lo largo del estado de Quintana Roo.

Lo anterior es factible, toda vez que, su desarrollo se basa en un modelo sostenible que impulsa el crecimiento económico sin depredar el ambiente; sino al contrario, buscando el bienestar procurando y estableciendo medidas de mitigación, compensación y protección del entorno.

Así la importancia del proyecto es doble: primero plantea detonar la economía y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Y, segundo, busca proteger al medio ambiente de los estragos que produce la invasión humana descontrolada y las actividades derivadas de la precariedad económica, como la tala ilegal o el tráfico de especies.

En los tramos en los que el derecho de vía está por obtenerse, se buscará asociar a los propietarios con el proyecto para que reciban ingresos por su patrimonio.

En el caso de invasiones en el derecho de vía, se buscará un acuerdo benéfico con los grupos sociales que, por necesidad, se hayan visto obligados en asentarse irregularmente.

En el caso de las estaciones, los propietarios (individuales o comunitarios) podrán aportar los terrenos para convertirse en socios del desarrollo local.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

Las actividades de construcción y operación del Proyecto Tren Maya Tramo 7 se ubican entre las coordenadas extremas en proyección Cónica Conforme de Lambert (CCL) (*Cuadro 1*).

Cuadro 1. Coordenadas del trazo.

SITIO	X	Y
Inicio	3,922,619.04	792,862.90
Fin	3,684,638.73	777,854.20

El trazado discurre en su mayor parte, por zona selvática, así como en zonas de campos de cultivos y poblados de la zona de Quintana Roo y Campeche (*Cuadro 2*).

Cuadro 2. Municipios involucrados en el Proyecto.

N	MUNICIPIO	ESTADO
1	Othón P. Blanco	Quintana Roo
2	Calakmul	Campeche
3	Escárcega	

II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para llevar a cabo el Proyecto Tren Maya Tramo 7 se estima en \$54,093,721,400.81 de pesos mexicanos. Dicho capital será aportado por el Gobierno Federal.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES

El Proyecto Tren Maya es una obra de infraestructura ferroviaria (*Cuadro 3*) de trascendencia para la región y el país, el cual fomenta el Impulsar el desarrollo socioeconómico de la región sur-sureste del país y de las comunidades locales, mediante un servicio de transporte de pasajeros eficiente y confiable y una red ferroviaria de transporte de carga moderna, que permita acelerar el comercio en el sur-sureste y el intercambio de mercancías con el resto del país. Es uno de los proyectos prioritarios del Gobierno de México El trazo tendrá una longitud total de 255.36 km, y continúan vigentes las mismas características principales de la ubicación inicial para el proyecto ferroviario:

- La línea ferroviaria de doble vía para Tráfico Mixto (pasajeros y carga).

- Velocidades de proyecto de 160 km/h para trenes de viajeros y 100 km/h para los trenes de mercancías.
- Las cargas por eje de 32.5 t para trenes de mercancías y 19 t para trenes de pasajeros.
- El trazado geométrico se encaja con curvas de 500 a 6000m de radio y tramos rectos, unidos por medio de clotoides.

Elementos funcionales en el Tramo 7:

- Estaciones: Nicolás Bravo, Xpujil, Conhuas y Centenario
- Base de Mantenimiento Xpujil
- Nueve laderos (al interior del derecho de vía)
- Puesto de banalización (al interior del derecho de vía)

Cuadro 3. Características de la vía ferroviaria.

ELEMENTO DE LA VÍA FÉRREA	DIMENSIONES	UNIDAD DE MEDIDA
Longitud	255.36	km
Ancho del derecho de Vía	40	m
Ancho de la Vía	1505	mm
Ancho del escantillón	1435	mm
Longitud del durmiente de concreto	2.6	m
Ancho de Plataforma	14.01	m
Entrevía	5	m
Hombro de Balasto	40	cm
Entre vía de Laderos	5	m
Balasto	Mínimo 30	cm
Sub-balasto	Mínimo 30	cm
Pendiente transversal	3	%
Canaleta de Comunicaciones	40x60 (4 tubos) 60x80 (8 tubos)	cm
Velocidad Máxima	160 (pasajeros) 100 (mercancías)	Km/h Km/h

II.2.2 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES Y ASOCIADAS

Oficinas: La instalación de oficinas se realizarán de tipo portátil, como alternativa se plantea la utilización de oficinas móviles.

Almacenes: Se instalarán almacenes para el resguardo de materiales de construcción, herramientas manuales, pintura y de distintos elementos de la obra como acero, aceite y lubricantes, combustibles etc.; considerando la NOM-005-SPTS-1997. Es importante mencionar que en estas áreas no se tendrá almacenamiento de combustible.

Además, se colocarán avisos de acceso restringido, se colocarán equipos portátiles para la protección y combate de incendio, identificados mediante señalamientos de seguridad. Es importante destacar que, se evitarán actividades para el mantenimiento de maquinaria y equipo fuera de las áreas destinadas y preparadas para tal fin.

Almacén de Residuos Peligrosos: El almacén de residuos peligrosos estará construido de acuerdo con los lineamientos establecido en Art. 82, Frac. I, II, III del Reglamento de la Ley General para la Gestión Integral de Residuos, debido a que es de forma temporal por la duración de la etapa de construcción del Tren Maya Tramo 7. Dicho almacén contará con su área de envasado para evitar la dispersión y facilitar el manejo de los residuos. Asimismo, cada recipiente deberá estar debidamente identificado mediante la etiqueta correspondiente.

Patio de Almacenamiento de Rieles: Se dispondrá de patios para el resguardo de los rieles, lo anterior, con la finalidad de tener puntos de distribución cercanas al proyecto. El riel corresponde a cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes, son parte fundamental de las vías férreas al ser el soporte, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica.

Patio de Almacenamiento de Durmientes: Se dispondrá de patios para el resguardo de los durmientes, lo anterior, con la finalidad de tener puntos de distribución cercanas al proyecto. Los durmientes son aquellos elementos estructurales que se colocan de forma transversal en el balasto sobre el cual se construyen las vías férreas. Su función primordial consiste en distribuir la carga de las ruedas a lo largo de las vías y asegurar su inclinación.

Alojamiento: Serán montados de multipanel y estarán distribuidos en puntos cercanos al proyecto para los trabajadores, de manera temporal.

Servicios Sanitarios: Se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 15 trabajadores, con el servicio de mantenimiento frecuente, para fomentar su uso y evitar el fecalismo al aire libre.

Suministro de Agua: El abastecimiento para las instalaciones del campamento y para el consumo de la obra se hará mediante pipas suministradas por proveedores de la zona, por lo que las gestiones de permisos para la extracción de agua deberán cumplirse de conformidad a la normatividad vigente previo a su contratación.

Suministro de energía: Dada la naturaleza del proyecto se instalará la energía eléctrica de la red cercana a la zona para alimentar las instalaciones generales y su óptimo funcionamiento, bajo un contrato.

PLAN RCD PARA DESMANTELAMIENTO

El Plan de Restauración Ecológica del Tramo 7, estará compuesto por dos etapas:

1. Cierre y limpieza de las instalaciones temporales que seguirán operando durante la etapa de prueba en servicio (etapa de puesta en servicio)
2. El cierre, desmantelamiento y abandono final al término de la etapa operativa de la misma obra.

Los procedimientos necesarios que requieran las instalaciones temporales podrán ser clasificados entre demolición y desmantelamiento; mientras que para la etapa de abandono únicamente se señalarán los lineamientos para la toma de decisiones y las consideraciones que permitan formular un Plan de Abandono de carácter definitivo que esté basado en los resultados del monitoreo ambiental y la información que se fue recolectando durante la etapa de operación del proyecto.

II.2.3 PROGRAMA DE TRABAJO

Se tiene previsto que los trabajos de preparación del sitio construcción del proyecto sean ejecutadas en 1 año 8 meses. Para la operación y mantenimiento se consideran a 100 años La *Figura 2* muestra el programa de ejecución de manera general por fases (*Figura 2*).

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

OBRA	SUPERFICIE TOTAL DE LA OBRA		SUPERFICIE DE LA OBRA QUE COINCIDE CON EL DERECHO DE VÍA (CONTENIDA DENTRO DERECHO DE VÍA)		SUPERFICIE DE LA OBRA QUE COINCIDE CON ALGUNA OTRA OBRA		SUPERFICIE NETA DE AFECTACIÓN	
	M ²	HA	M ²	HA	M ²	HA	M ²	HA
Estaciones (4 ubicaciones: Nicolás Bravo, Xpujil, Conhuas y Centenario)	248,072.98	24.81	41485.99	4.15	7687.95	0.77	198,899.05	19.89
Base de mantenimiento (Xpujil)	103,570.07	10.36	3263.55	0.33	-	-	100,306.52	10.03
Campamentos (5 ubicaciones: Nicolás Bravo, Xpujil, Conhuas, Centenario y Escárcega)	53,514.53	5.35	511.35	0.05	39015.45	3.90	13,987.73	1.40
Laderos (9 ubicaciones)	1,108,982.71	110.90	418975.34	41.90	2210.82	0.22	687,796.54	68.78
Caminos de acceso (49 ubicaciones)	445,996.45	44.60	11073.12	1.11	2877.60	0.29	432,045.74	43.20
Camino de mantenimiento (1 ubicación)	2,296,931.16	229.69	2296931.16	229.69	-	-	-	-
Paso vehicular/peatona l (52 ubicaciones)	166,400.00	16.64	166,400.00	16.64	-	-	-	-
Obra de drenaje (207 ubicaciones)	23,471.2	2.34	23,471.2	2.34	-	-	-	-

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

OBRA	SUPERFICIE TOTAL DE LA OBRA		SUPERFICIE DE LA OBRA QUE COINCIDE CON EL DERECHO DE VÍA (CONTENIDA DENTRO DERECHO DE VÍA)		SUPERFICIE DE LA OBRA QUE COINCIDE CON ALGUNA OTRA OBRA		SUPERFICIE NETA DE AFECTACIÓN	
	M ²	HA	M ²	HA	M ²	HA	M ²	HA
Paso de fauna (126 ubicaciones)	4482	0.44	4482	0.44	-	-	-	-
Total	14,654,902.59	1,465.47	2,966,593.71	296.64	51,791.81	5.18	11,636,517.07	1,163.65

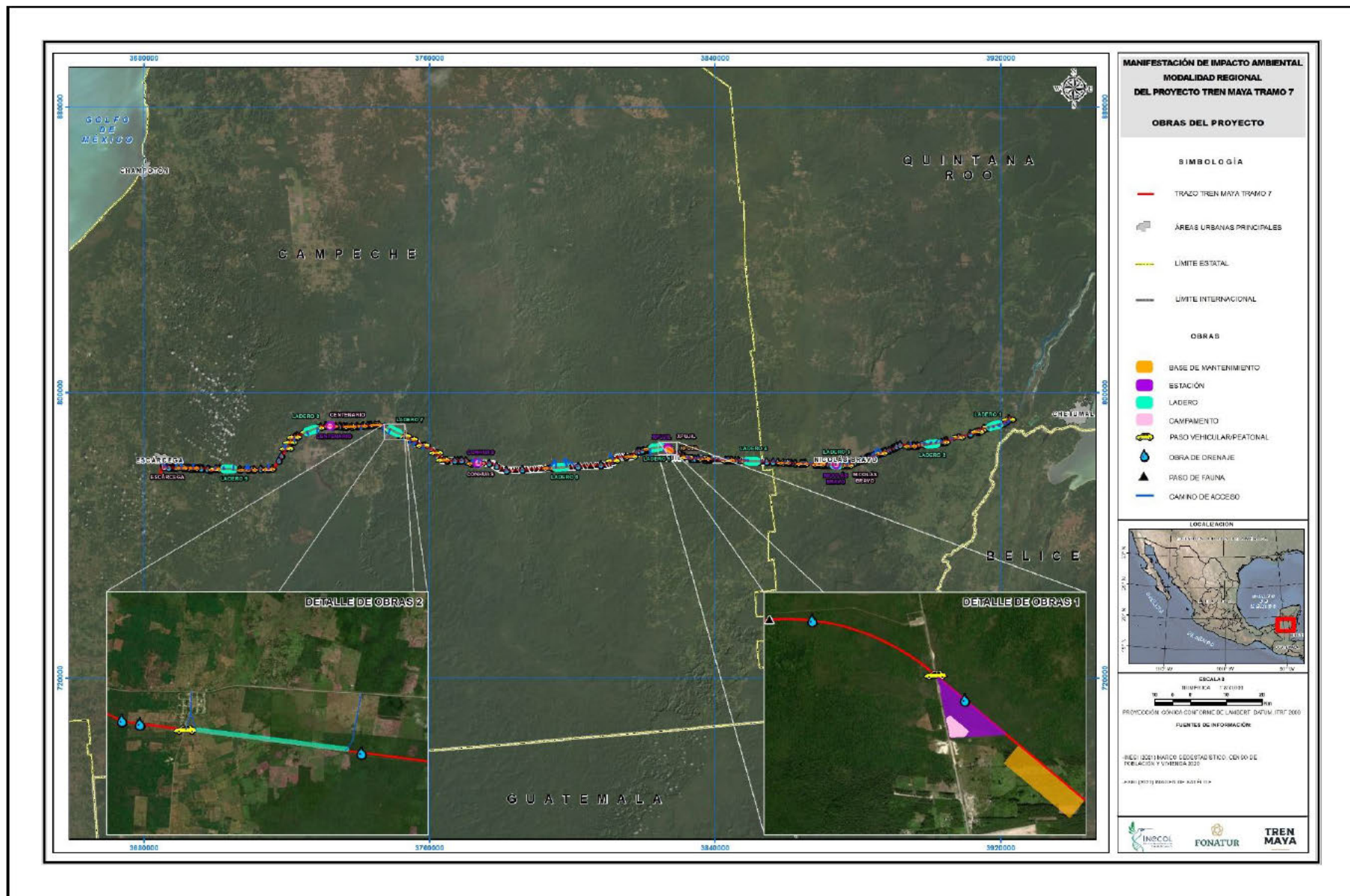


Figura 3. Obras del proyecto TM-T7.

SUPERFICIE A AFECTAR (M²) RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL

Para conocer las superficies a afectar de la cobertura vegetal por las obras del proyecto y su derecho de vía, fue necesario comparar la superficie de las obras con la cobertura de uso de suelo y vegetación, para lo cual se empleó la clasificación de uso de suelo y vegetación Serie VII de INEGI. En el Cuadro 5 se pueden apreciar las superficies de vegetación respecto a las obras en su porción que no presenta coincidencia espacial con el derecho de vía y con alguna otra obra, pues cabe recordar (como ya fue mencionado previamente) que algunas obras coinciden con el derecho de vía y entre sí.

Cuadro 5. Superficies de afectación respecto a la cobertura vegetal (m²) en el Proyecto Tren Maya Tramo 7.

TIPO DE COBERTURA \ OBRAS	DERECHO DE VÍA	ESTACIONES	BASE DE MANTENIMIENTO	CAMPAMENTO	LADEROS	CAMINOS DE ACCESO	TOTAL
Asentamientos humanos	23,969.95	-	-	-	-	53,152.30	77,122.25
Agricultura	786,797.87	-	-	-	40,390.29	28,222.04	855,410.20
Pastizal	2,661,327.70	80,702.51	78,642.33	13,987.49	378,971.19	180,991.20	3,394,622.42
Desprovisto de vegetación	-	-	-	-	-	2,401.71	2,401.71
Selva baja espinosa subperennifolia	125,723.61	-	-	-	-	-	125,723.61
Selva mediana subperennifolia	1,037,329.58	-	-	-	-	16,485.06	1,053,814.64
Selva mediana subcaducifolia	214,593.25	-	-	-	-	-	214,593.25
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	690,504.47	109,559.75	24.01	-	-	11,297.55	811,385.78
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	442,933.31	-	-	-	-	10,827.28	453,760.59
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	978,011.70	122.45	-	-	34,748.87	45,426.40	1,058,309.42
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	3,193,871.93	8,514.34	21,640.18	0.24	233,686.19	83,242.20	3,540,955.08
Tular	48,418.12	-	-	-	-	-	48,418.12
Total	10,203,481.49	198,899.05	100,306.52	13,987.73	687,796.54	432,045.74	11,636,517.07

Como ya fue mencionado anteriormente, la superficie de afectación del proyecto (derecho de vía y obras) presenta una superficie de 1,163.65 hectáreas, de las cuales solamente 730.70 hectáreas son consideradas como terrenos para cambio de uso de suelo (7,306,960.49 m²) (62.79% respecto del total del proyecto).

II.2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Se realiza una descripción para las etapas de preparación del sitio y construcción de la cuales se ejecutarán de manera sistemática a lo largo de todo el trazo del proyecto:

Estudios y proyectos previos:

- Mecánica de suelos.
- Topografía.
- Estudios Hidrológicos.
- Estudio taxonómico de paso de fauna.
- Preparación del sitio:
- Aplicación de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora.
- Aplicación del Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre.
- Trazo en campo del eje de la vía férrea.
- Caminos de acceso.
- Instalación de oficinas y almacenes temporales de obra.
- Desmonte de las áreas que cuenten con vegetación.
- Despalme.

Construcción:

- Cierre parcial de vialidades de la zona urbana con motivo de las obras del proyecto.
- Desmantelamiento y demolición de inmuebles.
- Terracerías (cortes y terraplenes).
- Construcción de inmuebles del sistema ferroviario (estaciones, talleres, centro de logística, estaciones de carga, bases de mantenimiento y centros de control de operaciones).
- Construcción de pasos vehiculares.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Construcción de drenajes pluviales.
- Construcción de pasos de fauna.
- Estaciones.
- Bases de mantenimiento.

Operación y mantenimiento:

- Atención a pasajeros.
- Servicio de los trenes de carga y pasajeros.
- Operación estación de autoconsumo de diésel.
- Mantenimiento de los trenes e instalaciones.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

La vinculación materia del presente capítulo se realiza conforme a lo establecido por la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional por lo que se limita a vincular los instrumentos jurídicos aplicables al proyecto que se encuentren vigentes y hayan sido debidamente publicados.

Bajo ese orden de ideas, la proyección, desarrollo, construcción y operación del proyecto, cuenta con tres principales directrices:

- I. La económica, orientada a promover e impulsar la economía local;
- II. La ambiental, que reconoce la bonanza ecológica del territorio y la responsabilidad que de ella emana, por lo que se establecen importantes esfuerzos en prevenir todo impacto adverso, o en su caso mitigar sus efectos y como última opción, compensar cualquier afectación; y
- III. La sociocultural, pues el Proyecto se asume como un invitado en el territorio de culturas milenarias y de un rico mestizaje que han dado como resultado una herencia cultural inigualable cuya continuidad debe ser garantizada como herencia de todos los mexicanos e incluso de la humanidad.

La estructura de este capítulo comienza por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, seguida de los tratados internacionales ratificados por México, las Leyes y Reglamentos Federales, las Leyes y Reglamentos del Estado de Quintana Roo, así como los correspondientes para Campeche y finalmente los ordenamientos municipales. Asimismo, considera los instrumentos de ordenamiento territorial y normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto.

La siguiente *Figura 4* resume los instrumentos que se vincularon para el proyecto Tren Maya Tramo 7:



Figura 4. Vinculación del proyecto TM-T7.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Para establecer los límites del SAR para el Proyecto Tren Maya Tramo 7 se decidió emplear el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap 10.8, en donde fueron procesados datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), IG-UNAM-INE-SEMARNAT y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); correspondiente a información como Relieve, Geología, Clima, Edafología, Uso del suelo y vegetación (Serie VII). Todos los datos antes mencionados fueron trabajados en una proyección Cónica Conforme de Lambert con Datum ITRF 2008, puesto que el trazo se localiza justamente entre la zona UTM 15 y 16 y fue empleado tal sistema de coordenadas para homogeneizar las superficies resultantes.

Como resultado de este análisis espacial, el Sistema Ambiental Regional del proyecto Tren Maya Tramo 7 corresponde a un polígono irregular con una superficie de 11,393.67 km² y está conformado por 5,736 vértices (*Figura 5*).

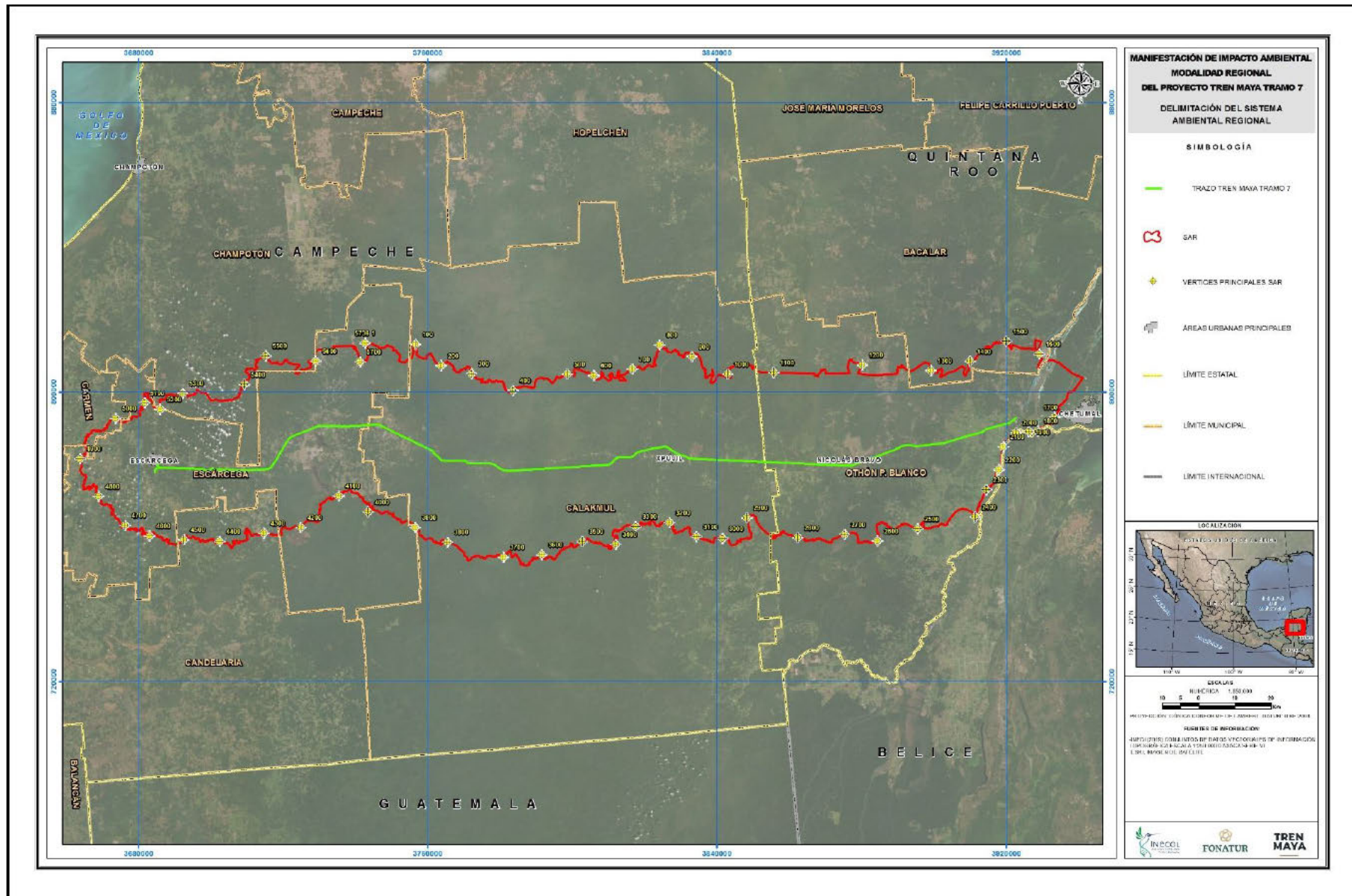


Figura 5. Sistema Ambiental Regional del Proyecto Tren Maya Tramo 7.

IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para obtener el Área de Influencia (AI) del proyecto se tomaron en consideración sus dimensiones, obras y la superficie en donde pudieran manifestarse efectos de los impactos ambientales significativos (tanto los positivos como los negativos) que pueden ocurrir por la implementación y operación del proyecto (*Figura 6*).

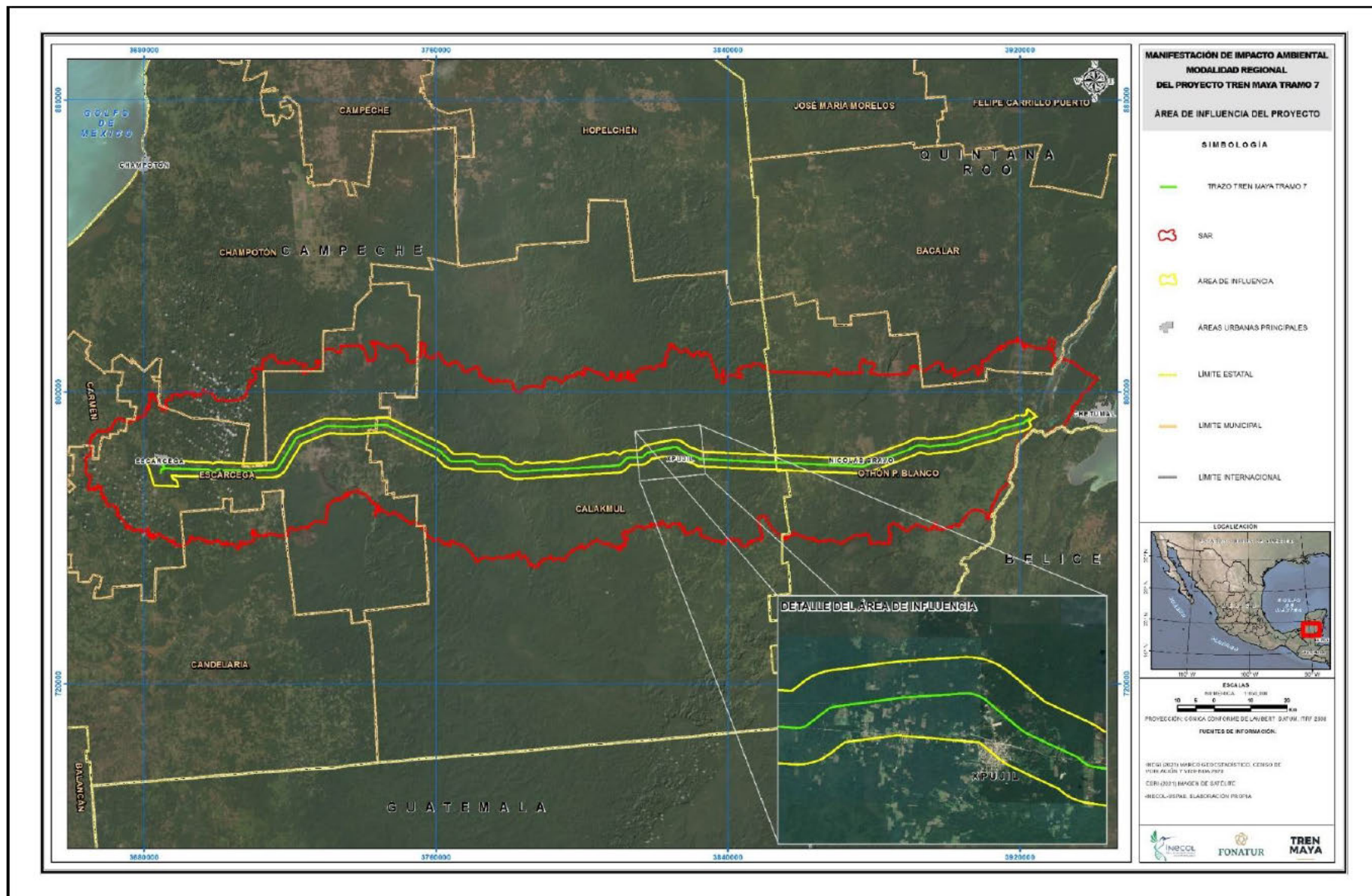


Figura 6. Área de influencia del Proyecto Tren Maya Tramo 7.

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

IV.3.1 MEDIO ABIÓTICO

CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Clima

La climatología de la región oscila entre dos tipos de clima predominante: tropical lluvioso con una corta estación seca invernal (en la región sur y sureste) y tropical seca en la zona noroeste con un invierno seco (White y Hood, 2004). La temperatura media mensual en los tres estados mexicanos que componen la Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo) es de 27.5 °C con un rango de 18 a 37 °C. Las temperaturas más bajas se dan entre noviembre y febrero y las máximas entre abril y mayo. La precipitación media anual para toda la Península es de 1207 mm y aproximadamente el 70% de este valor ocurre entre junio y octubre. Debido al gradiente climático que varía de noroeste a sureste, la lámina de precipitación se incrementa desde ≤ 800 mm en el norte/noroeste hasta ≥ 1400 mm en el sur/sureste, como consecuencia del predominio de los vientos del este (Uuh-Sonda, 2018).

Precipitación y temperatura

De acuerdo con las normales climatológicas 1981-2010 de los climogramas, la temperatura media del Tramo 7 tiene variaciones entre 21.7 °C y 29.0 °C, de acuerdo con la temperatura máxima el mes más cálido es el mes de mayo con valores entre 37.0 °C y 32.6 °C, y en la mayor parte de los sitios analizados los meses más fríos son enero y febrero con temperaturas mínimas entre 15.6 °C y 18.2 °C. En la zona centro-este de SAR para el tipo climático Aw1(x') los meses más lluviosos para las estaciones climatológicas ubicadas en el municipio de Othón P. Blanco (23016-Nicolás Bravo km 71, 23040-Sergio Butrón Casas y 23049-I.N.I. Arroyo Caechet), Quintana Roo son junio y septiembre con un rango de valores entre 164.5 mm a 211.3 mm, mientras que el sitio 4037-Zoh Laguna en el municipio de Calakmul, Campeche los meses más lluviosos son agosto y septiembre con valores de 118.2 mm y 156.4 mm. Por otra parte, en las estaciones climatológicas que representan al clima Aw1 (4031-Silvituc y 4060-Xbonil) y al Aw2 (4054-Chicbul) los meses más lluviosos son agosto y septiembre con precipitaciones de 165 mm a 249.6 mm, todas ellas ubicadas en el estado de Campeche. Particularmente al extremo oeste del SAR que representa la estación 4054-Chicbul de junio a septiembre se pueden presentar precipitaciones por encima de los 200 mm, lo cual es consistente con el clima cálido el más húmedo de los subhúmedos.

Los máximos mensuales de precipitación acumulada para las estaciones climatológicas que caracterizan al SAR del Tramo 7, en general, en la región del proyecto se concentran los valores máximos en los meses de

mayo a octubre que corresponde con los meses más húmedos y con presencia de ciclones tropicales, por otro lado, los máximos de precipitación de menor valor ocurren en los meses invernales. Se puede apreciar que el mayor valor de precipitación máxima mensual que se presenta en las estaciones climatológicas del SAR Tramo 7 es de 784.8 mm en el mes de junio para el sitio 23016-Nicolás Bravo km 71 lo cual corresponde con el mes más lluvioso para el conjunto de estaciones climatológicas que se ubican en la parte oeste del SAR con la variante de clima intermedio entre los subhúmedos. Para las estaciones climatológicas que representan los climas Aw1 y Aw2, los máximos valores de precipitación mensual ocurren en los meses de septiembre (540 mm y 481 mm) y agosto (516 mm) respectivamente, lo cual es consistente con los meses más lluviosos.

Fenómenos meteorológicos

Ciclones Tropicales

De los eventos registrados en ese periodo, se incluyen a dos huracanes con categoría 5: Janet en 1955 y Dean, en 2007 (éste último pasó 14 km al norte del SAR, pero por sus dimensiones e impacto se incluye en esta relación); un huracán categoría 4: Carmen, de 1974; un huracán categoría 2: Ernesto, en 2012 y dos huracanes categoría 1: registrados sin nombre en 1893 y 1931. Los demás registros incluyen 10 tormentas tropicales y 7 depresiones tropicales.

El grado de peligro por presencia de ciclón tropical según la cartografía del Atlas Nacional de Riesgos, perteneciente a CENAPRED, se clasifica como ALTO en la mayor parte del SAR incluyendo Calakmul y Escárcega, en una proporción más pequeña se clasifica como peligro BAJO al norte del municipio de Candelaria, por último, abarca una tercera parte el municipio de Othón P. Blanco y Bacalar con un peligro por ciclones tropicales MUY ALTO.

Escenarios de cambio climático

Las proyecciones de los escenarios de cambio climático para el Tramo 7 del Tren Maya, están basadas en la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) y la climatología 1981-2010 del Servicio Meteorológico Nacional. Estas proyecciones fueron elaboradas por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Esta información debe de integrarse desde una perspectiva multidimensional en combinación con otras herramientas de apoyo, por lo cual en este apartado se generaron tablas, gráficos y mapas, con el objetivo de facilitar el análisis de la información. Las proyecciones de los escenarios de cambio climático fueron obtenidas con respecto a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) y las Trayectorias de Concentración Representativa (RCP, por sus siglas en inglés). La descripción de los escenarios de cambio climático utilizados para este estudio es la siguiente (IPCC, 2021):

SSP1 - RCP2.6: En el siguiente mejor escenario, las emisiones globales de CO₂ se reducen drásticamente, pero no tan rápido, alcanzando el cero después de 2050. Hay cambios socioeconómicos hacia la sostenibilidad, la temperatura se estabiliza en torno a 1.8 °C a finales de siglo.

SSP2 - RCP4.5: Se trata de un escenario “intermedio”. Las emisiones de CO₂ rondan los niveles actuales antes de empezar a descender a mediados de siglo, pero no llegan al cero neto hasta 2100. Los factores socioeconómicos siguen sus tendencias históricas, sin cambios notables. El progreso hacia la sostenibilidad es lento, y el desarrollo y la renta crecen de forma desigual. En este escenario, la temperatura aumenta 2.7 °C a finales de siglo.

SSP3 - RCP7.0: En esta trayectoria, las emisiones y las temperaturas aumentan de forma constante y las emisiones de CO₂ se duplican aproximadamente respecto de los niveles actuales para 2100. Los países se vuelven más competitivos entre sí, orientándose hacia la seguridad nacional y asegurando su propio suministro de alimentos. A finales de siglo, la temperatura media ha aumentado 3.6 °C.

SSP5 - RCP8.5: Este es un futuro que hay que evitar a toda costa. Los niveles actuales de emisiones de CO₂ se duplican aproximadamente en 2050. La economía mundial crece rápidamente, pero se alimenta de la explotación de los combustibles fósiles y de estilos de vida que consumen mucha energía. Para el año 2100, la temperatura media mundial ha subido 4.4 °C.

Calidad del aire

De acuerdo con lo que informa el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), en concordancia con el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire 2019-2022), en el estado de Campeche se cuenta con una estación de monitoreo de aire que no opera desde el año 2018(http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/36_ProAire_Estado_de_Campeche.pdf), mientras que en el estado de Quintana Roo se cuenta con una red de monitoreo de partículas suspendidas (http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/35_ProAire_Estado_de_Quintana_Roo.pdf), PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras de diámetro) que entró en operación a principios del año 2022. La situación actual descrita, indica que no existe dentro del SAR del tramo 7 una red de monitoreo de calidad del aire que opere con equipos de medición que hagan uso de los métodos de referencia o equivalentes reconocidos por el marco legal vigente en la materia en nuestro país. Aunque la implementación del Proyecto tendrá una generación moderada de emisiones atmosféricas, al realizar el balance en la reducción en el uso de autobuses, vehículos de carga pesada y vehículos particulares que estarían dejando de usarse en su lugar, se considera que habrá una reducción global en la disminución de emisiones de CO₂.

Emisiones atmosféricas

De acuerdo con estimaciones realizadas por la Asociación Ferroviaria Española MAFEX, el ferrocarril representa solamente el 0.7% de las emisiones totales de CO₂ equivalente, pero alcanza alrededor del 9% de la demanda de movilidad mundial. Al mismo tiempo, también tendría la menor tasa de emisión de CO₂ equivalente por km recorrido en comparación con otros medios de transporte masivo, llegando incluso a una cifra tan baja como 14 gr de CO₂ equivalente por km por pasajero. En comparación, en avión esa emisión se dispara a los 285 gr de CO₂ equivalente.

Se estima que la emisión total del Proyecto Tren Maya Tramo 7 utilizando trenes con motores híbridos pudiera ser del orden de 400 a 500 mil toneladas de CO₂ equivalente, y que, de no contar con ese medio, el desplazamiento en vehículos particulares, autobuses y vehículos de carga podría alcanzar cifras del orden de 5 a 10 veces superiores en emisiones.

Geología y Geomorfología

El tramo 7 es uno de los tramos en los que se ha subdividido el Tren Maya y abarca la sección de la infraestructura situada entre las ciudades de Bacalar y Escárcega. Discurre íntegramente dentro del Estado de Quintana Roo, en parte de la zona conocida como Riviera Maya, una extensión de costa que destaca por sus numerosos centros turísticos, su riqueza natural y su abundancia en yacimientos arqueológicos de la Civilización Maya.

Existen gran cantidad de dolinas, cenotes, microcúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación, estas últimas con dimensiones de metros hasta kilómetros, presentando formas circulares, alargadas e irregulares; estas geoformas están asociadas a un fracturamiento manifestando hacia el área de Cobá, Yuc., el mayor grado de Kársticidad, con una orientación muy variada, mientras que hacia la costa se manifiesta un lineamiento NE-SW.; en la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos. (CONAGUA, 2020).

La península de Yucatán es una región de escaso relieve que ocupa el territorio de los estados de Yucatán, Quintana Roo, más de la mitad del estado de Campeche y el norte de las repúblicas de Guatemala y Belice (Bautista *et al.*, 2005). Tiene una extensión de 300,000 km² siendo su área superficial de poco más de 165,000 km² (Bauer *et al.*, 2011). La península es una gran plataforma formada por una secuencia de rocas evaporíticas y carbonatadas, formadas por procesos de sedimentación, que comprende ocho unidades que van desde el Eoceno al Cuaternario.

En términos geológicos, el subsuelo de la península de Yucatán está constituido en su gran mayoría por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente, y ha estado bajo subsidencia

lenta pero continua. El Cuaternario aflora hacia las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península.

Según la nomenclatura de Ferrusquía (1998), el Proyecto Tren Maya Tramo 7 se encuentra ubicado en la Provincia Morfotectónica de la Península de Yucatán, que se encuentra entre los paralelos 17° 50' – 21° 30' de latitud Norte y los meridianos 87° 00' – 91° 00' de longitud Oeste; incluye los estados de Quintana Roo, Yucatán y la mayor parte de Campeche, así como Belice y el norte de Guatemala, con un área cercana a los 167 600 Km², casi 8.46% del territorio nacional.

Estratigrafía

Gran parte de la provincia Plataforma de Yucatán es marina, y su plataforma carbonatada está limitada en el Golfo profundo por el llamado Escarpe de Campeche, que es un talud continental pronunciado que se extiende del oeste al norte a lo largo de la misma. En su porción terrestre abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo y parte de Campeche y Tabasco.

Su cubierta sedimentaria es predominantemente carbonatada y evaporítica, representada por secuencias progradantes sobre una corteza transicional con tendencia a adelgazarse hacia aguas profundas. Esta sedimentación carbonatada, de más de 4.5 km de espesor, corresponde a rasgos tectónicos sutiles asociados a zonas cratónicas poco deformadas, pero que pueden contener grandes acumulaciones de hidrocarburos típicamente comunes al nivel mundial.

Litología

El área del Proyecto se encuentra dentro de la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán, la cual comprende un paquete de rocas carbonatadas, cuya formación ocurrió desde el Cretácico al Reciente. Debajo de la plataforma de la Península de Yucatán se encuentra un basamento formado por rocas de origen metamórfico del Paleozoico en el cual descansan lechos rojos del Jurásico. Las inconformidades en las capas de las rocas sedimentarias que forman la península indican que la superficie de la plataforma presentó periodos de exposición y erosión, intermitentes y parciales (Lefticariu *et al.*, 2006). Durante el periodo Cretácico la península de Yucatán estuvo cubierta por mares someros sobre los que se acumularon importantes espesores de carbonatos y evaporitas, que a su vez dieron origen a calizas, dolomitas y yesos.

Unidades hidrogeológicas

Se distinguen las siguientes unidades:

Parte del tramo 7, abarca la formación Carrillo Puerto que corresponde al Mioceno Superior- Plioceno (terciario). Los niveles freáticos corresponden a coquinas de más o menos 1 m de espesor, cubiertas por

calizas duras. La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas. Los niveles superiores están representados por calizas blancas, duras y masivas. Recubre concordantemente a la formación Bacalar que aflora en el estado de Quintana Roo o bien descansa discordantemente sobre las series eocénicas, lo cual muestra su carácter transgresivo, su espesor debe alcanzar varios centenares de metros. En consideración a su distribución en el estado de Quintana Roo, esta formación es la unidad hidrogeológica de mayor importancia, constituyendo junto con el miembro Pisté, que corresponde al eoceno medio y está conformado por calizas blancas o amarillentas, a menudo masivas, los dos acuíferos que algunos autores han denominado eocénico y miocénico (García y Graniel, 2010).

El sistema kárstico: origen, formación, cartografía

En ese sentido, en el estado de Quintana Roo las zonas de más alta densidad de depresiones kársticas se ubican principalmente en el centro de Quintana Roo, entre Carrillo Puerto, José María Morelos y hacia el norte del estado; en las áreas aledañas a la costa frente a Cozumel en el norte y frente a Banco Chinchorro en el sur; en la zona de Bacalar y en el extremo sur frente a los límites con Guatemala y Belice (Fragoso *et. al.*, 2014).

Así, el terreno se caracteriza por la presencia de depresiones cerradas, el escaso drenaje superficial debido a una alta y rápida infiltración, y por la abundancia de cuevas y presencia de un sistema subterráneo de agua. El proceso de formación fundamental del karst es la disolución por acción del agua en rocas solubles como calizas (p.ej. CaCO_3), yesos (p.ej. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o evaporitas (p.ej. NaCl). El contacto del agua de lluvia con el CO_2 atmosférico, y sobre todo con el CO_2 del suelo, forma ácido carbónico que ataca a la caliza disolviéndola.

Debido a que Campeche se encuentra cubierto por una superficie selvática, hay poca evidencia de Karst desnudo, por lo cual se propone un patrón de geoformas exokársticas asociadas a la evolución del karst. A partir de la combinación de diversos factores convergentes, Fraustro (2019b) propone una teoría lineal de 4 etapas: reciente, juventud, madurez y tardía de relictos dando lugar a geoformas y paisajes únicos.

Al sur del estado de Campeche es común encontrar un sistema kárstico denominado karso-tectónico tipo mesa, debido a la relación con la actividad tectónica a partir del mioceno, además de encontrarse estructuras tabulares monoclinales y planicies estructurales a niveles altitudinales (Fraustro, 2019b).

Geotecnia

El Proyecto Tren Maya Tramo 7, tiene una longitud de 254.75 kilómetros, entre las poblaciones Bacalar y Escárcega. Este terreno en la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de

las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársticas del Paleoceno y Eoceno, mientras que en la Costa Baja de Quintana Roo destacan en el extremo oriental lagunas costeras que alternan con tres bahías: Ascensión al norte, Espíritu Santo al este y al sur la Bahía de Chetumal. Regionalmente se caracteriza por ser una zona kárstica con gran cantidad de fracturas y fallas orientadas al norte y noroeste de la Península, presentando estructuras y zonas muy susceptibles a colapsos y procesos erosivos, debido a que en ellas se promueve la disolución más intensa en depósitos carbonatados.

Deslizamientos de laderas

De acuerdo al Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas de CENAPRED (2020), el 93.46% del SAR se encuentra en un nivel MUY BAJO de peligro ante posibles derrumbes, el 6.29% se encuentra en un nivel MEDIO a ALTO con 7186.125 ha y con una mínima proporción se encuentran 2.520 ha en nivel MUY ALTO.

El tramo en el municipio de Escárcega y Calakmul cruza en varias ocasiones por niveles de MEDIA a ALTA susceptibilidad por inestabilidad de laderas según el Mapa Nacional. En cuanto a la mayor susceptibilidad por inestabilidad de laderas con un nivel MUY ALTO se focalizan alrededor de las localidades de: Adolfo López Mateos, Centenario, Silvituc y Altamira de Zináparo en el municipio de Escárcega, Campeche; en la localidad de Zoh-Laguna en Calakmul, Campeche; y en la localidad de Xul-Ha en Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Hidrología

El proyecto se encuentra ubicado en una zona con una elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. A continuación, se mencionan aspectos particulares del proyecto analizada con base en las aguas superficiales y subterráneas, así como en los aspectos de calidad del agua.

Hidrología regional superficial

El SAR se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán (RHA-XII), que comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, la RHA-XII está hidrológicamente conformada por las Regiones Hidrológicas (RH) 30, 31, 32 y 33 en las cuales los parteaguas de sus microcuencas quedan incluidos en los límites políticos de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche.

El SAR del Proyecto del Tren Maya Tramo 7 se sobrepone en un 48% de su superficie con la Región Hidrológica No. 33 Yucatán-Este, 42% en la Región Hidrológica No. 31 Yucatán-Oeste y 10% en la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta. Las regiones hidrológicas corresponden a cuencas criptorreicas, por lo que no cuenta con corrientes superficiales. El escurrimiento es completamente subterráneo, ya que el terreno kárstico permite que la lluvia se infiltre al suelo, dada su alta permeabilidad.

Balance hídrico

Por ser una región libre de cuerpos de agua superficiales, la disponibilidad hídrica en la Península de Yucatán se encuentra en función del volumen de agua almacenado en el subsuelo. Dentro de este contexto, la recarga de aguas subterráneas depende en parte de la lámina de evapotranspiración. En efecto, existen zonas en la Península donde, a una escala anual, la precipitación supera a la evapotranspiración y por lo tanto la diferencia termina en el subsuelo, ya sea en forma de humedad de suelo, pero también como recarga efectiva al acuífero). Sin embargo, también puede ocurrir que la evapotranspiración exceda a la lámina de precipitación, lo cual implica una forma de salida hidrológica de la región (Uhh-Sonda *et al.*, 2018).

Hidrología subterránea

En la Península de Yucatán, existen dos tipos de acuíferos:

Acuífero Miocénico: Esta unidad acuífera se caracteriza por: alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde el área de recarga hacia las costas.

Acuífero Eocénico: Los depósitos calcáreos y evaporíticos de Eoceno-Paleoceno forman una unidad hidrogeológica con alta permeabilidad y un acuífero kárstico regional cuya distribución superficial la constituye la provincia geomórfica III. Esta unidad presenta subdivisiones hidrogeológicas, aunque contiene varios acuíferos colgados de carácter local. Su nivel freático es profundo (60 a 100m) y estable, y en los acuíferos colgados, somero y variable.

El tramo 7 del tren Maya, se localiza en el acuífero eocénico, y abarca partes de los Acuíferos Península de Yucatán (3105) y Xpujil (0405).

Calidad del agua subterránea

Los sitios de monitoreo de calidad del agua subterránea que se localizan en la zona de influencia del tramo 7 del Tren Maya ubicados en el estado de Campeche, son 2 con las claves siguientes: DLCAM256 y DLCAM266.

El análisis realizado de los datos presentados de los parámetros como pH, Fluoruros, Hierro, Nitrógeno amoniacal, Nitratos y Nitritos cumplen con los límites permisibles de la norma oficial mexicana para asegurar y preservar la calidad del agua que se entrega al consumidor por los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, por lo que los resultados se pueden considerar como concentraciones bases, ya que en los nueve años en los que se han monitoreado los pozos que se ubican en la zona de influencia de tramo 7 del Tren Maya indican valores bajos.

Se tiene dar seguimiento al Hierro en el pozo DLCAM266, el cual presentó concentraciones por arriba del límite permisible.

Suelos

A partir del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, se reconocieron la presencia de diez unidades de suelo (Cuadro 6) distribuidos de manera dominante de la siguiente forma: Vertisol (VR), Leptosol (LP) y Phaeozem (PH). De estos, los VR, representan la mayor superficie con 31.83%, mientras que LP y PH con representación de 31.24% y 29.99% respectivamente. GL y LV representan superficies menores en el SAR, así como aquella delimitada por cuerpos de agua y los asentamientos urbanos y rurales.

Cuadro 6. Tipos de suelo presentes en el SAR, de acuerdo con los datos edafológicos serie II (INEGI, 2013).

TIPO DE SUELO	SAR	
	ÁREA KM ²	PORCENTAJE
Gleysol	373.97	3.28
Leptosol	3,559.40	31.24
Luvisol	17.76	0.16
Phaeozem	3,416.58	29.99
Regosol	345.68	3.03
Vertisol	3,627.09	31.83
Cuerpo de agua	33.28	0.29
Localidad	19.90	0.18
Total	11,393.67	100

IV.3.2 MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN

La vegetación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se localiza dentro de la PBPY y consiste principalmente en selvas tropicales caducifolias, subcaducifolias y subperennifolias. Asimismo, las condiciones ambientales y fisiográficas del SAR, permiten el desarrollo de otros tipos de vegetación característicos de esta zona como son las selvas bajas espinosas o también conocidas como “bajos”, los cuales son áreas de baja altitud, generalmente inundables y que presentan asociaciones vegetales distintivas que varían según la dominancia de la especie en cuanto a biomasa y estructura, por ejemplo, los pucteales, dominados por pukté (*Terminalia buceras*) y, más frecuentemente, los tintales, dominados por tinto (*Haematoxylum campechianum*). Asimismo, están caracterizados por tener una gran biomasa y diversidad de plantas epífitas (Carnevali *et al.*, 2010).

El SAR se presentan nueve tipos de vegetación: 1) Selva mediana subcaducifolia, 2) Selva mediana subperennifolia, 3) Selva baja subperennifolia, 4) Selva baja caducifolia, 5) Selva baja subcaducifolia, 6) Sabana, 7) Palmar, 8) Tular y 9) Manglar. Adicionalmente, existen áreas sin vegetación y zonas de cultivo (*Cuadro 7, Cuadro 8, Cuadro 9*).

Cuadro 7. Usos de suelo y vegetación del SAR.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL		
CUBIERTAS DEL SUELO	SUPERFICIES (HA)	PORCENTAJE
Selva mediana subcaducifolia	3,693.88	32.42
Selva mediana subperennifolia	2,667.67	23.41
Agropecuario	2,077.19	18.23
Selva baja subperennifolia	1,983.07	17.41
Selva baja caducifolia	503.64	4.42
Selva baja subcaducifolia	225.98	1.98
Sabana	96.63	0.85
Asentamientos humanos	58.68	0.51
Cuerpos de agua	35.53	0.31
Palmar	28.00	0.25
Tular	16.12	0.14
Manglar	5.94	0.05
Área sin vegetación	1.33	0.01
Total	11,393.67	100.00

Cuadro 8. Usos de suelo y vegetación del AI.

ÁREA DE INFLUENCIA		
CUBIERTAS DEL SUELO	SUPERFICIES (HA)	PORCENTAJE
Agropecuario	335.13	31.65
Selva mediana subcaducifolia	302.04	28.52
Selva mediana subperennifolia	247.19	23.34
Selva baja subperennifolia	97.42	9.20
Selva baja caducifolia	38.94	3.68
Asentamientos humanos	24.26	2.29
Tular	4.24	0.40
Sabana	5.36	0.51
Selva baja subcaducifolia	2.68	0.25
Cuerpos de agua	1.58	0.15
Área sin vegetación	0.14	0.01
TOTAL	1,058.99	100.00

Cuadro 9. Uso de suelo y vegetación en área de CUS.

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO		
CUBIERTAS DEL SUELO	SUPERFICIES (HA)	PORCENTAJE
Agropecuario	471.32	40.50
Selva mediana subcaducifolia	261.55	22.48
Selva mediana subperennifolia	235.98	20.28
Selva baja subperennifolia	142.08	12.21
Selva baja caducifolia	29.20	2.51
Asentamientos humanos	9.24	0.79
Selva baja subcaducifolia	7.77	0.67
Sabana	3.89	0.33
Tular	2.45	0.21
Total	1,163.65	100.00

FAUNA

El sitio donde se desarrollará el proyecto Tren Maya Tramo 7 se encuentra dentro de la meseta central de la península de Yucatán, la cual es una región muy rica en biodiversidad derivado de la extensa superficie de selvas que ofrece, así como de las diferentes asociaciones de vegetaciones que se han conformado, de tal forma que es un gran hábitat para una variedad de especies faunísticas. A su vez, en esta porción del territorio mexicano, se encuentra la mayor superficie de ecosistemas tropicales conservados. Por ello, a lo largo de los últimos 30 años se han establecido una serie de áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal, las cuales reconocen en sus Decretos la alta diversidad de especies de fauna y la importancia de su presencia en México para la conservación.

Del listado generado, se obtuvieron 728 especies de fauna, distribuidas en seis clases (Insecta [Apidae], Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Mammalia, Aves), 51 órdenes, 147 familias y 481 géneros. Las clases con mayor número de especies registradas son Aves (442 especies), Reptilia (85 especies) y Mammalia (82 especies), siendo la clase Amphibia la que presentó el menor número de riqueza específica. Del total de especies registradas, se obtuvieron 30 que presentan algún grado de endemismo, las cuales se encuentran distribuidas entre los grupos de las aves, los peces y los mamíferos (*Figura 7*).

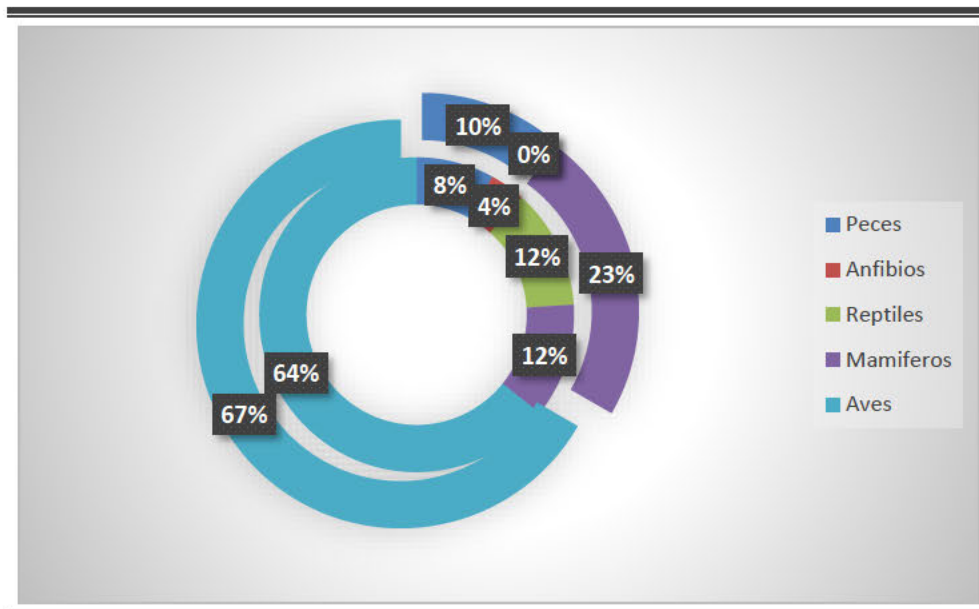


Figura 7. Representación de distribución de la riqueza específica en el SAR en los principales grupos de vertebrados. El círculo interno muestra la distribución porcentual de especies para cada grupo; el círculo exterior representa la distribución porcentual de especies con algún grado de endemismo.

Con relación a los grupos con mayor número de especies bajo alguna categoría de riesgo de conformidad con la NOM-059-SERMARNAT-2010 (DOF, 2019), se obtuvo un total de 103 especies de aves, seguido de los reptiles con 37 especies, mamíferos con 17 especies y por último anfibios con siete especies y peces con dos especies (Figura 8).

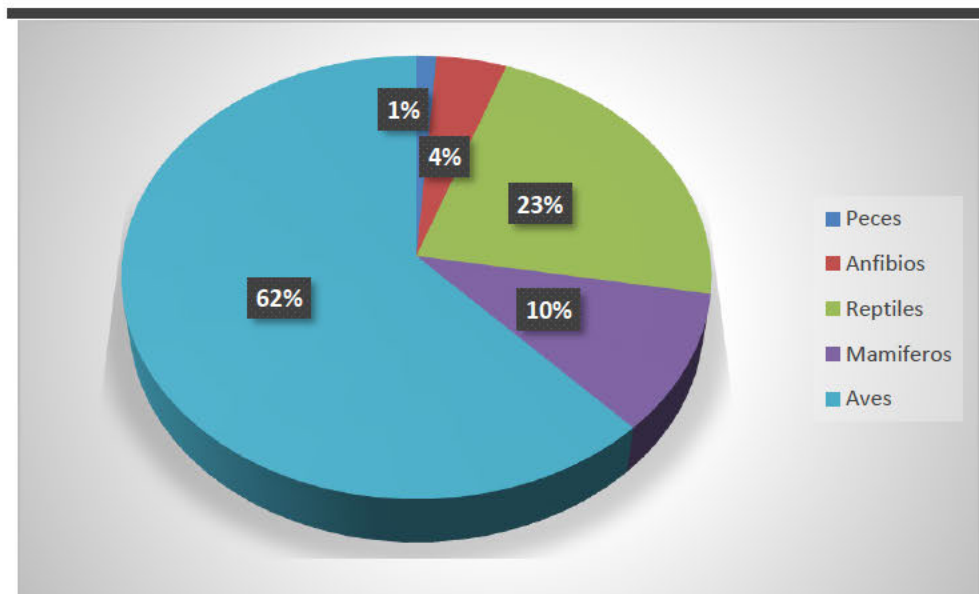


Figura 8. Distribución porcentual de especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SERMARNAT-2010.

IV.3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

SOCIEDAD, ECONOMÍA Y CULTURA

La región de impacto del Tren Maya se caracteriza por contar con una riqueza estratégica para el desarrollo nacional como la producción de hidrocarburos y minerales, una oferta turística de playa y de vestigios arqueológicos de relevancia mundial, así como la región biocultural más extensa del país.

Durante 2020, la composición del PIB por grupo de actividades económicas para la entidad de Quintana Roo fueron las siguientes: I) actividades primarias con el 0.93%, II) actividades secundarias con el 11.38% y actividades terciarias con el 87.68% (INEGI. 2020). Resulta claro que la economía de la región tiene una tendencia hacia el fortalecimiento de la terciarización económica, fundamentalmente por el incremento del PIB asociado a las siguientes actividades: la construcción, el comercio (al por mayor y por menor), los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, y los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

Demografía

Los datos demográficos se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2020 y CONAPO. De acuerdo con los principales resultados (ITER, 2020). De los cuatro municipios que se encuentran dentro de la superficie en el área del SAR, Escárcega es el de mayor tamaño con el 62.30% de la población total, seguido de Othón P. Blanco con el 19.74%, Calakmul con el 17.85% y Champotón con el 0.11% de la población total de los municipios analizados dentro del área de estudio.

La población total residente en los municipios del SAR para el año 2020 fue de 403,505 personas (INEGI, 2020), entre estos municipios, las localidades más importantes por su población y su cercanía al proyecto su población es de 62,405 de los cuales el mayor número de población se concentra en 31 de las 174 localidades representando 99.02% de la población total.

Pobreza

La población en situación de pobreza multidimensional es aquella cuyos ingresos sean insuficientes para adquirir los bienes y los servicios que requiere para satisfacer sus necesidades y presente carencia en al menos uno de los siguientes seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

Quinta Roo ocupa el lugar 13 y Campeche el lugar 10 en porcentaje de población en pobreza (CONEVAL, 2020), el 33.4% (Q.Roo) y 42.1 (Campeche) de la población que habitaba en el estado se encontraba en situación de pobreza. De los municipios listados dentro del SAR, Calakmul presentan mayor grado de pobreza

con el 74.3 % de su población, de este porcentaje el 50.8 % se encuentra en pobreza moderada seguido por Escárcega con el 59.1 en pobreza y 47.8 pobreza extrema.

Marginación

El estado de Quintana Roo presenta un grado de marginación “Medio”, el estado de Campeche presenta un grado de marginación “Alto” ocupando los lugares 20 y 8 en contexto nacional; en los municipios el grado de marginación está catalogado como muy bajo, bajo y Ato (CONAPO, 2020). La importancia de considerar el índice de marginación radica en que las poblaciones con un alto nivel de marginación son más susceptibles a recibir los impactos negativos de un proyecto, el grado de marginación es muy bajo para Othón P. Blanco y bajo para Champotón y Escárcega, por lo que se infiere que serán menos susceptibles a impactos negativos, mientras que Calakmul presenta un alto grado de marginación por lo que será más susceptible a impactos.

Vivienda

Dentro de los municipios del SAR los porcentajes de viviendas sin drenaje ni excusado, sin energía eléctrica, sin agua entubada y con piso de tierra son bajos, Calakmul es el municipio con porcentaje más alto en los indicadores antes mencionados, en las viviendas particulares con hacinamiento los cuatro municipios presentan porcentajes similares (Condición donde el número de ocupantes excede la capacidad de espacio de vivienda; el indicador: 3 personas o más viviendo en una misma habitación). Los municipios presentan un bajo porcentaje en la disponibilidad de energía eléctrica siendo el servicio con menor disponibilidad el drenaje. El material en paredes y techos de las viviendas están realizados en su mayoría en tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto, madera y lamina metálica en los cuatro municipios, la tenencia de las viviendas se encuentra principalmente en viviendas propias, alquiladas y prestadas en porcentajes similares para los municipios.

Seguridad social

Dentro del AP solo se localizan 21 centros de salud y 10 hospitales, ubicados en los cuatro municipios, por lo que todos los municipios cuentan con atención primaria en salud.

Educación

En tema de educación el municipio de Calakmul es el que cuenta con la mayor población de 15 años o más analfabeta (8.64) seguido de Champotón y Escárcega (6.29% y 6.22%). Considerando la población del mismo grupo de edad sin educación básica y población analfabeta, Calakmul presenta un mayor rezago educativo.

Actividades económicas

PEA

La población económicamente activa (PEA) se define como el número de personas en edad de trabajar de un territorio, estos individuos cuentan con un puesto de trabajo remunerado o aspiran a acceder a uno.

El porcentaje promedio de ocupación de la PEA del estado de Quintana Roo asciende al 1,006,817 y Campeche a 462,607, y su desagregación por sexo es similar, 59.54% y 59.45 para el caso de los hombres; 40.46% y 40.55% para las mujeres.

Dentro del SAR, el municipio con la mayor PEA ocupada es Othón P. Blanco, seguido de Champotón, al igual que para la población económicamente no activa, su desagregación por sexo la PEA ocupada es dominada por los hombres en los cuatro municipios y la PEA no económicamente activa las mujeres representan el mayor porcentaje en los municipios.

Ingreso por trabajo

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos 2022, hay un salario mínimo aplicable a todo el país, el cual es de \$172.87 pesos diarios (CONASAMI, 2022). El cual varía, dependiendo la profesión, de las cuales, se enuncian algunas a continuación, según los salarios mínimos estipulados por esta Comisión: Oficial de Albañilería, \$199.42; operador(a) de Buldozer y/o traxcavo, \$208.91; chofer de camión de carga en general, \$203.42; chofer de camioneta de carga en general, \$197.75; chofer operador(a) de vehículos con grúa, \$190.22; operador(a) de draga, \$210.84; oficial electricista instalador(a) y reparador(a) de instalaciones eléctricas, \$195.44; secretario(a) auxiliar, \$205.55; soldador(a) con soplete o con arco eléctrico, \$197.34; vaquero(a) ordeñador(a) a máquina, \$175.77; Velador(a), \$179.08.

Dentro del SAR, a fuente de percepción monetaria principal en los cuatro municipios proviene de apoyos por parte de programas de gobierno, Calakmul con el 94.13%, Escárcega con el 80.76%, Champotón con el 71.03% y Othón P. Blanco con el 59.63%. los municipios de Othón P. Blanco, Champotón y Escárcega presentan una condición "Sin percepción monetaria" superior al 50% de los hogares censales por lo que se identifica que los trabajadores no se encuentran registrados en algún tipo de empresa y depende de otros factores para percibir un salario.

Movilidad cotidiana por trabajo

De la población ocupada a nivel nacional (45.1 millones), 2.4 millones laboran en una entidad o país diferente al de su residencia (5.3%) y 8.2 millones (18.2%) laboran en un municipio diferente al de su residencia. Con relación al tiempo promedio que se emplea para llegar al lugar de trabajo se distribuye de

la siguiente manera: 25.7% tarda 15 minutos, 28.2% de 16 a 30 minutos, 20.3% de 31 a 1 hora, 8.4% más de una hora y hasta 2 horas, 2.5% más de 2 horas y el 8.7% no se traslada.

En los municipios del SAR, la movilidad por trabajo se genera dentro de los estos mismo, siendo superior del 95%, mientras que la población que se mueve fuera de los municipios en inferior al 4%.

Migración

El grado de intensidad migratoria, determinado también a partir de un índice de intensidad migratoria formulado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), muestra que, los municipios de Othón P. Blanco y Calakmul mantienen un grado de intensidad migratorio muy bajo mientras que Champotón y Escárcega un índice bajo lo cual concuerda con el grado intensidad migratoria estatal (Quintana Roo y Campeche, grado de intensidad migratoria muy bajo).

Propiedad de la tierra

Para el estado de Quintana Roo, los porcentajes por tipo de tenencia de tierra se distribuyen de dos formas principales de tenencia de la tierra, la ejidal con 65.1% para Quintana Roo y la propiedad privada con 33.9% para Quintana Roo. Dentro de Quintana Roo existen 281 núcleos agrarios certificados, la entidad de Campeche cuenta con una superficie de 5,347,781 hectáreas, de las cuales 3,137,984 hectáreas con de propiedad social, que representan 58.67% de la superficie total de la entidad federativa. La superficie social comprende 383 núcleos agrarios de los cuales todos son ejidos, de los cuales 359 núcleos se encuentran certificados y titulados el equivalente al 93.73% de total estatal.

Aspectos culturales y estéticos

Población indígena

De acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas (2020), documento realizado de manera conjunta entre el INEGI y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), ahora Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), en México el 9.9% de la población es indígena (11,132,562 habitantes).

Dentro de los estados con el mayor número de personas que se autorreconocen como indígenas Quintana Roo y Campeche, son de las principales entidades que se reconoce como tal. Quintana Roo ocupa el cuarto lugar en relación con el porcentaje de población que habla alguna lengua indígena, por lo cual posee una gran diversidad lingüística, siendo el maya la lengua predominante, hablada por casi 177,979 mil personas, seguida del Tzotzil hablada por 3,392 personas, el Chol hablada por 3,059 personas y el Kanjobal hablada por 1,516 personas. En Campeche hay 91,801 personas mayores de 3 años de edad que hablan alguna lengua indígena siendo las

predominantes Maya (70,603 hablantes), Ch'ol (11,470 hablantes), Tzeltal (2,379 hablantes) y Q'anjob'al (1,639 hablantes)

Dentro de Quintana Roo se encuentran 9 pueblos indígenas los cuales son Akatecos, Chujes, Ixiles, Jakalteco, K'iches, Kaqchikeles, Mames, Maya, Q'anjó'ales. Para el estado de Campeche se encuentran 10 pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad son Akatecos, Awakatecos, Ch'oles, Chujes, Ixiles, Jakaltecos, K'iches, Kaqchikeles, Mames, Maya y Q'ueqchis.

En los municipios del SAR existe un porcentaje de población indígena principalmente en el municipio de Calakmul con un porcentaje del 23.84% de su población, los municipios de Othón P. Blanco, Champotón y Escárcega presentan porcentajes por debajo del 10% de población indígena. Respecto a la población que se considera indígena dentro de los municipios resalta Champotón (50.41%) y Calakmul (66.23%), más del 80% de la población no habla una lengua indígena, de la población hablante de alguna lengua también hablan español y menos del 1% no hablan español.

Dentro del área de influencia se localizan 7 localidades que son consideradas como municipio indígena y 17 con presencia indígena con un total de 1,318 personas indígenas.

Las 24 localidades se encuentran localizadas en Othón P. Blanco municipio de Quintana Roo (10), Escárcega (7) y Calakmul (7) ambos municipios de Campeche. Las localidades más cercanas al proyecto son Justicia Social a 92 m, El Porvenir a una distancia de 167 m y Juan Sarabia a una distancia de 289 m, las más lejanas son Carlos A. Madrazo a una distancia de 850 m, Matamoros a una distancia de 849 m y Jesús González Ortega a una distancia de 746 m. De las localidades existentes el 54.13% tienen una población indígena por superior al 50%, mientras que el 45.83 presenta en su mayoría un rango menor a 20% de población indígena.

Religión y tradiciones

La religión predominante dentro de los municipios es la católica con 215,418 personas en total, seguido por la población sin religión. Según el INAFED (2014), entre las principales festividades y riquezas culturales de la región, destacan las festividades católicas.

Arqueología

El estado de Quintana Roo fue poblada por el antiguo pueblo maya, la cultura maya tuvo una gran expansión y un fuerte impacto en el macro área que hoy conocemos como Mesoamérica, territorio que abarca desde los actuales estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y parte de Chiapas, hasta los países de Guatemala y Belice y la porción occidental de Honduras y El Salvador. Este amplio territorio es dividido con fines de estudio en 6 regiones tomando como punto de partida las diferencias geográficas:

1) La costa y piedemonte del Pacífico, 2) Las tierras altas del sur, 3) Las tierras altas del norte, 4) Las tierras bajas del sur, 5) Las tierras bajas centrales y 6) Las tierras bajas del norte. 4, en la actualidad sobreviven algunos grupos étnicos y existen múltiples yacimientos arqueológicos que dan muestra de la concentración demográfica que la zona tuvo en el pasado, entre los que destacan Chacchobén, Chakanbakán, Chamax, Cobá, Dzibanché, Ichpaatán, Kohunlich, Muyil, Oxtankah, Tankah, Tulum, Tupak, Xel-Há y Xcaret.

El estado de Campeche es formado por 17 zonas arqueológicas que se encuentran distribuidos a lo largo de todos los municipios. Para el estado de Quintana Roo cuenta con alrededor de 18 zonas arqueológicas.

En los municipios del SAR, se localizan 10 zonas arqueológicas de gran importancia, aunque dada la importancia cultural se incluyen los sitios de Calakmul, Chaccoben y Oxtrankah que se encuentran fuera del SAR, es relevante mencionar que los sitios arqueológicos dentro del SAR se encuentran fuera tanto del área de proyecto por lo que el trazo del proyecto no recae sobre alguna zona arqueológica.

IV.3.4 PAISAJE

En la superficie del SAR el proyecto será visible solamente sobre su propio trazo y/o derecho de vía y en las zonas en donde se presentan intersecciones con caminos existentes; fuera de estas zonas, el proyecto no será visible debido a la vegetación e infraestructura existente que funge como barrera visual; ya que el proyecto se instalará a nivel de suelo y no requerirá de infraestructura alguna que le brinde mayor altura, con la que este podría llegar a ser más visible.

Dentro del SAR se identificaron los cuatro tipos de calidad en el paisaje de manera previa a la instalación del proyecto. Estos resultados fueron Muy baja (0.25% del SAR), Baja (14.53%), Media (37.90%) y Alta (47.32%). Los resultados fueron determinados en su mayoría por el uso del suelo y la vegetación existente; pues el SAR al ser constituido principalmente por vegetación de selva baja y mediana en diferente grado de conservación, por manglares, palmar, sabana y tular y por presencia de zonas con cuerpos de agua da como resultado que se mantenga elevada la calidad visual de las unidades de paisaje que presentan tales características.

La fragilidad intrínseca del área de estudio muestra tres grados, siendo la fragilidad baja predominante con el 85.22% de superficie del SAR, seguido por la fragilidad alta con el 14.53%, y, por último, la fragilidad muy alta con un 0.25% de la superficie del SAR.

IV.4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

A lo largo del análisis realizado del medio biótico y abiótico del TM-T7 se puede determinar que, para el caso del componente abiótico del SAR, la mayoría de los elementos a los que se enfrentará el proyecto son situaciones naturales, tales como aspectos fisiográficos, tipos de suelos presentes a lo largo del trazo, aspectos hidrológicos, clima, etc. Lo más destacable recae en los aspectos fisiográficos y tipos de suelo, esto debido a las características de este suelo y su naturaleza kárstica, lo cual representa el mayor reto del TM-T7 hacia la zona de Quintana Roo y disminuyendo esta situación mientras el trazo se adentra hacia el estado de Campeche.

La distribución de las especies enlistadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 de reptiles, muestra que los reptiles son afines a las áreas conservadas cercanas a las áreas naturales protegidas (Reserva de la Biosfera Calakmul) y no las áreas modificadas. Esto muy probablemente debido a que para la percepción de la población en general, no son gratos estos animales y son matados o ahuyentados al ser vistos.

Los murciélagos desempeñan un papel primordial en el mantenimiento de los ecosistemas naturales, agrícolas y forestales, su servicio ecosistémico es fundamental en la polinización y dispersión de semillas. En el SAR analizado, los murciélagos son el segundo grupo mejor representado con 37 especies, sin embargo, es preciso generar conocimiento sobre su biología: la dinámica poblacional anual, el uso de hábitat al exterior de la cueva, las rutas y lugares de desplazamiento, la ubicación de las colonias por especies al interior y sobre el importante papel que desempeñan en sus hábitats sobre la estructura de la selva mediana subperennifolia.

Como resultado para los anfibios y reptiles, se concluye que, comparten un alto grado de sensibilidad a perturbaciones en el ambiente (Welsh *et al.*, 2005) y son considerados como buenos indicadores de estrés y cambios en el ambiente (Tuberville *et al.*, 2005; Welsh *et al.*, 2005). Según lo presentado en la comparación geoespacial de la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV), se puede concluir que la mayoría de las vegetaciones primarias no han presentado una mayor alteración o perturbación, ya que durante el periodo del 2017 a 2018 ganaron superficie, lo contrario a las vegetaciones secundarias. Por lo tanto, se espera que el cambio de uso de suelo, la pérdida de hábitats originales y la presencia del ser humano impacten negativamente las poblaciones de aquellas especies con mayor grado de susceptibilidad ambiental. De continuar con la presión en estas especies se esperarían que desaparecieran de la zona, desapareciendo su acervo genético junto a ellos (Calmé, 2006), por lo que al momento de determinar las medidas de mitigación debe realizarse considerando estos rubros.

CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SAR EN FUNCIÓN DE LAS PRINCIPALES TENDENCIAS DE DESARROLLO AMBIENTAL DE LA REGIÓN

Si bien se tiene identificado que las unidades ambientales que se están analizando presentan indicios de sobreexplotación por actividades antropogénicas, el TM-T7 no aumentará la tendencia que se ha identificado del periodo del 2009 al 2018, ya que independientemente de que se construya o no, la tendencia ambiental indica la continua pérdida de cobertura para la selva bien conservada y un aumento de la vegetación secundaria de la misma; por lo anterior, resulta crucial apoyarse con políticas públicas de ordenamiento territorial para proteger la selva bien conservada, así como los sitios que por su valor escénico, natural y cultural resulten importantes para el SAR. Además, se debe considerar dentro de las medidas de mitigación todos los factores en los que se identificaron situaciones de estrés o presión ambiental.

Con los datos obtenidos a partir del análisis de los índices de comparación geoespacial de la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV) en el área de influencia del proyecto y SAR, se concluye que, la mayoría de la zona cuenta con un bajo nivel de alteración, esto también se muestra en el análisis elaborado para la evaluación de los ecosistemas sensibles.

A partir de lo anterior se concluye que, si bien el SAR y el área del proyecto son complejos y heterogéneos por su extensión, el análisis a través de unidades ambientales permitió identificar que la selva mediana subperennifolia es la unidad ambiental más conservada. Esto coincide con el análisis de la tasa de transformación a nivel del SAR donde se puede apreciar como la Selva Mediana Subperennifolia contaba con una superficie de 111-49 km², esto para el 2017 y hacia el 2018 ganó una superficie de 367.15 km². En el caso de la VSA de SMSP para el 2017 contaba con una superficie total de 506.17 km², mientras que para el 2018 la superficie solo de la VSA de SMSP era de 138.74 km², donde se puede apreciar una pérdida de superficie de 367.44 Km². Del resultado de la disminución de la VSA de SMSP entre el 2017 y 2018 se puede apreciar el incremento de la superficie utilizada para los asentamientos humanos que pasó de ser de 56.07 km² a 59.90 km² lo que representó un incremento del 6.84% de un año al otro. A nivel área de influencia la tendencia de los USV con respecto a la selva bien conservada va también al alza entre el periodo de 2017 a 2018, y que esta unidad (SMSP) paso de contar con una superficie de 23-10 km² en el 2017 a 27.01 km² en el 2018, teniendo un aumento de 3.91 km² que representa un 16.94% de aumento de un periodo a otro. Lamentablemente las vegetaciones secundarias por estrato (VSA de SBQ y VSArb de SBQ) han aumentado su superficie al mismo tiempo que la selva bien conservada se degrada. Lo anterior se relaciona con la manera en la que se ha incrementado dentro del AI la superficie destinada para AH ya que en el periodo analizado ganó una superficie de 1.49 km² (6.42% de un periodo a otro) y la unidad SBQ obtuvo un aumento de 135.28 km².

Gran parte de los terrenos que originalmente sustentaban selva (mediana subperennifolia) hoy en día presentan vegetación secundaria, donde dominan plantas leñosas arbustivas y arbóreas, como resultado de la apertura de las tierras, la creación de asentamientos humanos, la expansión de la frontera turístico-urbana y comercial identificado por Pérez y Carrascal (2000), todos estos factores afectan a la totalidad del ecosistema.

La importancia forestal de la selva mediana subperennifolia es considerable, ya que Zamora et. al. (2016) registraron que este tipo de vegetación en la península de Yucatán ha sido perturbado con fines de aprovechamiento forestal. En específico menciona que la selva mediana subperennifolia ha sido afectada por la actividad humana principalmente en la extracción de algunas especies para uso personal, dejando claros y en ellos haciéndose presentes especies como *Bravaisia berlandieriana* y *Acacia cornigera*.

Derivado del análisis de las tasas de transformación, se observa que, en los últimos años, se ha presentado una degradación y conservación de los ecosistemas en general tanto en el AI y SAR de una manera acelerada y homogénea, debido principalmente a las actividades antropogénicas para cubrir las necesidades básicas de alimentación, transporte, vivienda, servicios de los pobladores de la región y de los proyectos regionales que se realizan en la zona.

Por lo anterior, se deduce que las obras que se pretenden desarrollar por el proyecto, descritas en el Capítulo II, tendrán un efecto directo en el espacio que será ocupado de forma temporal o permanente (AP y AI); como resultado del análisis realizado y como en todo proyecto de inversión pública se generarán impactos ambientales significativos cuya ocurrencia es inevitable y respecto de los cuales deben de adoptarse medidas claras de compensación (Calle, *et al.*, 2014), por lo que el TM-T7 implementará las medidas de mitigación y compensación propuestas en el capítulo VI de la presente MIA, para minimizar las afectaciones que el proyecto generará; todo esto, considerando que aún sin la implementación de la vía férrea la tendencia de pérdida de hábitat de la región (AI y SAR) seguirá aumentando, esto debido a las actividades antropogénicas antes mencionadas. Es importante recalcar que los impactos ambientales que se generen para el AI serán prevenidos, mitigados y compensando a través de una serie de Programas Ambientales y demás acciones que se describen a detalle en el Capítulo VI de la presente Manifestación.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Este capítulo tiene el objetivo de identificar, describir y evaluar los impactos que resulten de la inserción del Proyecto TM-T7 en el SAR y área de influencia. La información que sustenta este apartado se obtuvo de la descripción de los aspectos técnicos descritos en el capítulo II, el análisis del marco jurídico y normativa ambiental detallado en el capítulo III, así como de los resultados de la caracterización y del diagnóstico ambiental presentados en el capítulo IV.

Previo al desarrollo de este capítulo es importante mencionar que el Diagnóstico Ambiental, elaborado en el capítulo IV, es un referente sobre el conocimiento del estado en el cual se encuentra el sistema ambiental regional delimitado, también llamado “línea base”, la cual servirá para identificar posibles fuentes de impacto que han modificado a la región a lo largo del tiempo y se prevé tengan interacción con las acciones del proyecto generando efectos sobre los componentes ambientales de la región; dicha información se ocupa de tal manera que se pueda determinar la magnitud del efecto por medio de las modificaciones que el proyecto cause al ambiente.

En total se identificaron 29 impactos ambientales, 25 de naturaleza negativa, y 4 de naturaleza positiva, que resultan significativos (*Cuadro 10*) y están descritos en el apartado V.3.1.

Cuadro 10. Impactos ambientales identificados para el proyecto y su importancia por etapas.

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CLAVE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Atmosfera	Calidad del aire	Alteración de la calidad del aire por la generación de emisiones a la atmósfera.	Atm1	Adverso Irrelevante	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A
Atmosfera	Nivel de polvo	Alteración de la calidad del aire por generación y dispersión de partículas suspendidas.	Atm2	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	Adverso Irrelevante
Atmosfera	Nivel de ruido y vibraciones	Incremento en los niveles acústicos derivado del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras.	Atm3	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso Irrelevante
Geoformas	Relieve	Modificación del relieve natural por acciones de despalme y movimientos de tierra.	Ge1	Adverso moderado	Adverso Irrelevante	N/A	N/A
Geoformas	Cenotes	Alteración a la estructura de cenotes en zonas de riesgo o puntos críticos.	Ge2		Adverso moderado	N/A	N/A
Agua	C.F.Q. agua superficial	Afectación de las características fisicoquímicas de cuerpos temporales de agua superficial provocados por generación manejo, almacenamiento y disposición inadecuados de residuos sólidos, líquidos, de manejo especial y peligrosos.	Ag1	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	Adverso Irrelevante

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CLAVE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Agua	C.F.Q. agua subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas de cuerpos temporales de agua subterránea provocados por generación manejo, almacenamiento y disposición inadecuados de residuos sólidos, líquidos, de manejo especial y peligrosos.	Ag2	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	Adverso Irrelevante
Agua	Infiltración	Modificación de infiltración por cambio de uso del suelo	Ag3	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	N/A
Agua	Flujo subterráneo	Alteración del flujo subterráneo	Ag4	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	N/A
Agua	Evapotranspiración efectiva	Modificación del balance hídrico por remoción de cobertura vegetal	Ag5	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	N/A
Agua	Disponibilidad del agua	Reducción en la disponibilidad de agua (subterránea)	Ag6	N/A	Adverso Irrelevante	N/A	Adverso Irrelevante
Agua	Escorrentamiento superficial	Modificación en la conectividad hidrológica superficial	Ag7	Adverso moderado	Benéfico moderado	N/A	Benéfico moderado
Suelo	Erosión	Incremento en los procesos erosivos por cambio de uso del suelo	Su1	Adverso Irrelevante	Adverso Irrelevante	N/A	N/A
Suelo	C.F.Q. del suelo	Afectación del suelo por generación manejo, almacenamiento y disposición inadecuados de residuos sólidos, líquidos, de manejo especial y peligrosos.	Su2	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CLAVE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal en 282.872 ha por cambio de uso del suelo	F1	Adverso severo	N/A	N/A	N/A
Flora	Especies singulares	Afectación de individuos de especies de flora en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	F2	Adverso moderado	N/A	N/A	N/A
Fauna	Especies y poblaciones en general	Afectación de especies o poblaciones de fauna silvestre terrestre por uso de maquinaria	Fa1	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado
Fauna		Afectación de individuos de fauna silvestre por operación del tren	Fa4	N/A	N/A	Adverso moderado	N/A
Fauna	Especies singulares	Afectación de individuos de especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por el uso de maquinaria.	Fa2	Adverso severo	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado
Fauna	Hábitat faunístico	Fragmentación del hábitat por cambio de uso del suelo	Fa3	Adverso severo	Adverso moderado	N/A	N/A
Sociedad y economía	Nivel de empleo	Incremento en los niveles de empleo y economía regional.	Soc1	Benéfico significativo	Benéfico significativo	Benéfico significativo	Benéfico moderado
Sociedad y economía	Derrama económica	Modificación de los flujos de economía local y regional.	Soc2	Benéfico moderado	Benéfico significativo	Benéfico significativo	Benéfico moderado
Sociedad y economía	Núcleos de población	Cambios en la distribución de la población por flujos migratorios	Soc3	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	CLAVE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Sociedad y economía	Núcleos de población	Riesgo de percances derivados por la operación de la vía férrea o falta de mantenimiento	Soc5	N/A	N/A	Adverso moderado	N/A
Sociedad y economía	Infraestructura y servicios	Creación de infraestructura que fomente la movilidad	Soc4	Benéfico moderado	Benéfico moderado	Benéfico significativo	Benéfico moderado
Cultura	Yacimientos arqueológicos	Alteración a sitios naturales o monumentos arqueológicos	Cl1	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A	N/A
Cultura	Comunidades indígenas	Alteración de usos y costumbres en poblaciones singulares	Cl2	N/A	N/A	Benéfico significativo	N/A
Paisaje	Calidad escénica	Alteración de la calidad paisajística por la intervención de componentes ajenos	Pa1	Adverso moderado	Adverso moderado	Benéfico moderado	N/A
Paisaje	Fragilidad visual	Alteración de la fragilidad visual del paisaje por desplante de componentes ajenos	Pa2	Adverso moderado	Adverso moderado	Adverso moderado	N/A

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales por el desarrollo del Tren Maya tramo 7 son los siguientes:

COMPONENTE	CLAVE	IMPACTO
Flora	F1	Pérdida de la cobertura vegetal por cambio de uso del suelo.
Fauna	Fa3	Fragmentación del hábitat por cambio de uso del suelo.
	Fa1 – Fa4	Afectación de especies o poblaciones de fauna silvestre por uso de maquinaria y operación del tren.
Paisaje	Pa1	Alteración de la calidad paisajística por la intervención de componentes ajenos.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos por el desarrollo del Tren Maya tramo 7 son los siguientes:

COMPONENTE	CLAVE	IMPACTO ACUMULATIVO
Flora	F1	Pérdida de la cobertura vegetal por cambio de uso del suelo.
Fauna	Fa4	Afectación de individuos de fauna silvestre por operación del tren.
Hidrología	Ag7	Modificación en la conectividad hidrológica superficial.
Atmósfera	Atm3	Incremento en los niveles acústicos derivado del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras.

V.6 IMPACTOS SINÉRGICOS

Los impactos sinérgicos por el desarrollo del Tren Maya tramo 7 son los siguientes:

COMPONENTE	CLAVE	IMPACTO SINÉRGICO
Fauna	Fa4	Afectación de especies o poblaciones de fauna silvestre por operación del tren.
	Fa3	Fragmentación del hábitat por cambio de uso del suelo.
Sociedad y economía	Soc3	Cambios en la distribución de la población por flujos migratorios y expansión urbana.
	Soc2	Modificación de los flujos de economía local y regional.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Algunas de las medidas de prevención y mitigación se considerarán desde las etapas de planeación y diseño, otras, sin embargo, deberán ser aplicadas durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, siendo el Promovente responsable de la calidad ambiental del sitio al término de la obra y durante la operación. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, mejoramiento y compensación propuestas en este apartado para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones al medio ambiente derivadas de la instalación del proyecto.

Es importante mencionar que las 268 medidas propuestas en el apartado VI.1, fungen como estrategias ambientales para el tramo 7 del Tren Maya. Los programas específicos reforzarán a las medidas para consolidar una buena estrategia de manejo ambiental que deberá implementarse por toda la vida útil del proyecto.

PROGRAMAS Y ESTUDIOS ESPECÍFICOS PARA EL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Objetivos

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento,
- Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto propuestas en la MIA-R del; y
- Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el trazo propuesto, así como en las áreas adyacentes a éste.

Metas y alcances

- Cumplimiento de obligaciones ambientales.
- Implementar las medidas de prevención, control y mitigación propuestas en la MIA-R del Proyecto, así como las ordenadas en el resolutivo del mismo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Presentar los informes de cumplimiento en tiempo y forma, de los términos y condiciones de la Autorización.
- Someter a consideración de la autoridad correspondiente, las eventuales modificaciones que pudiera presentar el Proyecto.
- Atender, en caso de presentarse cualquier contingencia ambiental y adoptar las medidas de remediación más eficientes para la solución de la misma.
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Gestionar todo tipo de autorizaciones y permisos que el proyecto requiera en materia ambiental.

Acciones

- Implementar un instrumento técnico-científico práctico e integral, que asegure la aplicación de las medidas de manejo de impactos ambientales identificados de manera que se reduzcan al mínimo los efectos negativos que el proyecto pudiera tener sobre el ambiente.
- Implementar un instrumento que integre y supervise el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de manejo de impactos comprometidas en la presente MIA-R, a fin de que en cada una de las etapas de implementación del proyecto se asegure su implementación y monitoreo
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Observar la normatividad aplicable en el desarrollo de las actividades del proyecto.
- Fomentar e implementar, el uso de buenas prácticas ambientales que garanticen el menor impacto ambiental posible durante la preparación, construcción y operación del proyecto; en favor del desarrollo regional sustentable de la Península de Yucatán.
- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
- A través de la coordinación interinstitucional se llevarán cabo diversas acciones en favor del ambiente, para el desarrollo sustentable de la región.

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

El desarrollo de la infraestructura conlleva impactos que pueden influir negativamente en la fauna silvestre que habita en un área particular. Estos impactos pueden afectar la incidencia y permanencia de las especies de vertebrados a corto, mediano y largo plazo. Por esta razón, es importante contar con una línea base de información sobre la fauna presente, que abarque aspectos sobre su distribución, riqueza, diversidad, abundancia y afinidades, así como aspectos relacionados con su susceptibilidad, esto con la finalidad de identificar que grupos faunísticos son los más vulnerables en los procesos de construcción y elaboración del proyecto, y de esta manera, elaborar un programa de rescate de fauna que mitigue los impactos asociados a la fauna silvestre.

El programa de rescate de fauna del proyecto TM-T7 tiene como objeto de trabajo a las especies pertenecientes a las cuatro clases de vertebrados terrestres (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), con énfasis en las especies de lento desplazamiento, así como aquellas listadas en alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT 2010 sobre todo las que fueron registradas dentro del Área de Influencia como lo son la salamandra lengua de hongo mexicana (*Bolitoglossa mexicana*), ranita triangular (*Gastrophryne elegans*), tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), lagartija arcoíris (*Holcosus undulatus*), nauyaca nariz de cerdo yucateca (*Porthidium yucatanicum*) o especies con un alto valor para la conservación como por ejemplo: el tapir (*Tapirus bairdii*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), martucha (*Potos flavus*), ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*) y el viejo de monte (*Eira barbara*), entre varias más que fueron registradas dentro del área de influencia del proyecto.

Objetivos

- El objetivo propuesto para el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto es disminuir y mitigar los posibles accidentes que puedan dañar a la fauna nativa, por el proceso de construcción del proyecto.

Alcances

- El alcance del programa consiste en el rescate y reubicación de la fauna silvestre presente en el área del proyecto de acuerdo con la información bibliográfica revisada y tomando en consideración los resultados del muestreo realizado para el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Metas

- Se espera reubicar o ahuyentar la totalidad de individuos capturados o avistados durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto. Por ello, deberá alcanzarse el 100% de sobrevivencia de los organismos.

Acciones o Actividades

- Capturar con las técnicas y materiales adecuados a todos los individuos faunísticos susceptibles de rescate que se encuentren dentro del área del proyecto
- Salvaguardar la integridad física todos los organismos recatados desde el momento de su captura hasta la liberación de estos.
- Reubicar los organismos rescatados en un ambiente adecuado a las necesidades biológicas de cada especie que permitan su supervivencia y desarrollo.
- Ahuyentar con el material adecuado a las especies que por su gran talla y/o alta movilidad se dificulte la captura y el ahuyenta miento sea una mejor opción
- Lograr mediante acciones de educación ambiental y capacitación al personal, una concientización positiva y generación de respeto hacia la fauna silvestre presente en el área del proyecto.
- Implementar un programa de señalización (letreros restrictivos) para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que pueda utilizar el área.
- Se iniciará con la etapa de información y capacitación tanto del personal de la brigada que participará en las actividades de rescate, como la impartición de pláticas al personal obrero sobre la importancia del respeto hacia la fauna existente.
- Debido a la extensión del proyecto, el promovente debe delimitar y ubicar los sitios que se van a desmontar y despallar, si es que existen, 60 días previos al inicio de la etapa de preparación del sitio, con el objetivo de identificar los sitios donde se debe hacer rescate. Así mismo, es necesario realizar actividades de amedrentamiento y rescate previo a la preparación del sitio, una vez identificados los sitios de potencial captura dentro de las áreas destinadas a las obras y aledañas a éstas.
- Una vez delimitada el área y capacitado el personal de la brigada, se realizarán recorridos de búsqueda y captura de individuos de fauna para su rescate y reubicación. Se buscará la fauna en el momento previo al actuar de la maquinaria para la construcción la cual deberá realizar el despalme lentamente.
- Previo a la entrada de maquinaria se deben colocar trampas para captura de mamíferos medianos y pequeños y revisar de manera manual la vegetación haciendo especial énfasis en posibles madrigueras usando un boroscopio para verificar la presencia de organismos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Se aplicarán las técnicas propuestas por Hawthorne (1987), denominadas de amedrentamiento y de modificación del hábitat, buscando con ello que las especies de aves, mamíferos voladores y de hábitos cursoriales, se desplacen fuera del área del proyecto.
- Las técnicas de amedrentamiento a utilizar estarán basadas en la generación de ruidos intensos mediante el empleo de sirenas de diferentes frecuencias, en distintas áreas y horas del día, con el objetivo de ahuyentar tanto a aves, murciélagos y otros mamíferos de talla mediana y grande. Dichas medidas deberán llevarse a cabo como mínimo una un día antes de remover la vegetación. También se debe realizar un trampeo previo y la eliminación de objetos que pudieran servir como refugio como troncos, escombros, etc.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

La ejecución del proyecto habrá de afectar la vegetación en torno de las áreas de obra. Una medida de mitigación necesaria para disminuir los impactos negativos sobre el ambiente es la implementación de un programa de rescate de flora. Este programa está dirigido a gremios, familias y especies de plantas que por sus características biológicas son de importancia para la conservación de la naturaleza de la región con énfasis en aquellas especies que esté incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2019) y que fueron registradas dentro del AI tales como: el guayacán (*Guaíacum sanctum*), palma (*Gaussia maya*), guano kum (*Cryosophila argentea*), cedro (*Cedrela odorata*)

Objetivos

- Elaborar y aplicar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora con el fin de mitigar la afectación a las poblaciones silvestres de las especies de plantas más vulnerables presentes en el área del proyecto.

Alcances

- Enlistar a las especies de plantas más vulnerables, elegidas de acuerdo con su rareza e importancia ecológica, y que son susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.
- Especificar las técnicas adecuadas para realizar el rescate y el trasplante de los individuos.
- Definir los cuidados en el rescate y reubicación de los individuos.
- Establecer los métodos de registro y control de los individuos reubicados.
- Identificar el sitio idóneo para la reubicación de los individuos.
- Establecer los mecanismos de evaluación del programa.

Metas

- Llevar registros detallados de los procedimientos y resultados de las acciones de protección y conservación de los individuos rescatados.
- Lograr una supervivencia de las plantas rescatadas mayor o igual a 85% al término del seguimiento del programa.

Acciones

- Los individuos se deberán extraer cuidando de no estropear ni exponer al aire las raíces de las plantas. Además, se deberá reducir en lo posible, el tiempo entre su extracción y su trasplante.
- Las características del sitio en que se vayan a trasplantar deben ser similares del que fueron obtenidas.
- Los individuos deberán ser liberados de cualquier clase de competencia que pueda presentarse (maleza, exceso de cobertura, etc.).
- Tratamiento para evitar que proliferen patógenos en las lesiones ocasionadas durante la remoción del suelo. Posteriormente, se aplicarán estimuladores del crecimiento en las raíces, esto ayudará al desarrollo de las raíces absorbentes que se hayan perdido en la extracción de la planta.
- Los ejemplares que se seleccionen deben medir entre 15 y 100 cm de alto. A mayor altura mayores serán los cuidados que requieran durante la extracción, acarreo, mantenimiento en vivero y trasplante. En la extracción de las plántulas y juveniles hay que evitar daños en las raíces.
- Las epífitas ubicadas en alturas de entre 2 y 3 m se extraerán previo a las actividades de desmonte, las que se encuentren a más altura se colectarán después de que se hayan derribado los árboles. Las epífitas deberán ser extraídas con la ayuda de un machete o navajas pequeñas, cuidando de no perder ningún órgano importante, tratando de conservar la mayor integridad posible del sistema radical sin que sean desprendidos del sustrato (rama, tronco, raíz) y manteniendo también parte del sustrato en el que se venían desarrollando.
- Se recomienda la colecta de semillas de aquellas especies que se encuentren en periodos de reproducción y que sean demasiado grandes para extraer todo el individuo. Las semillas deberán dispersarse en ambientes similares al sitio donde se colectaron. También pueden

sembrarse en vivero y esperar a que las plántulas estén aptas para trasplantarse en el sitio de reubicación.

- Se deberá realizar mantenimiento y monitoreo, para asegurar su supervivencia y buen estado de salud, con el fin de conocer el nivel de eficacia de las actividades llevadas a cabo.
- Los individuos rescatados no pueden ser trasplantados directamente al sitio definitivo debido a que durante la manipulación sufren daños de los que deben recuperarse. Si se trasplantaran directamente la mortalidad sería muy alta, por lo que sugiere pasen un tiempo en vivero teniendo los cuidados necesarios para asegurar su supervivencia.

PROGRAMA DE ESTABLECIMIENTO Y MONITOREO DE PASOS DE FAUNA

El estudio de la permeabilidad de las infraestructuras lineales ha suscitado en las últimas décadas un notable interés debido a su afectación a la fauna silvestre (Morales *et al.*, 2000). En el caso de vías de comunicación terrestre como carreteras y vías de ferrocarril existen algunas medidas para mitigar el daño causado al ambiente, las cuales se emplean dependiendo el tipo de problema que se origine. Una de las acciones que ha dado mejores resultados en países en donde el daño ecológico tiene relevancia gubernamental, es la construcción de pasos de fauna superiores e inferiores, con los cuales se pretende detener la segmentación de los ecosistemas y por ende la dispersión o incluso extinción de las especies que habitan o se encuentran de paso en el área ocupada por la infraestructura (Cano, 2016).

Se ha constatado que los pasos no específicos de fauna (drenajes, pasos para ganado, para maquinaria y agricultores, etc.) pueden ser usados con regularidad por vertebrados, en especial de pequeño y mediano tamaño (Camby y Maizaret, 1985; Yanes *et al.*, 1995; Rodríguez *et al.*, 1996). Sin embargo, los resultados de algunos estudios demuestran que las obras de drenaje no contribuyen de forma efectiva al paso de la fauna, ya que su presencia no reduce el número de individuos atropellados (Torres, 2011; Cervantes-Huerta *et al.*, 2017).

De esta manera, la mera presencia de los elementos de paso no garantiza su utilización, ya que se deben dar una serie de circunstancias en su morfología y localización, así como en cantidades suficientes (Morales *et al.*, 2000). Por otra parte, la presencia de vegetación en o cerca (menos de 100 m) de las entradas y en el entorno del paso es muy favorable para su frecuentación por parte de los animales (Rodríguez *et al.*, 1997).

Por lo anterior, basándonos en estudios previos que han puesto de manifiesto la importancia de ciertas variables en la utilización de estos pasos por parte de la fauna (Dufek y Adamec, 1999; Rosell y Velasco, 1999; Veenbass y Brandjes, 1999; Mata *et al.*, 2006; Matthews *et al.*, 2015; González-Gallina *et al.*, 2018),

es necesario analizar la influencia de una serie de características relacionadas con los drenajes y pasos a desnivel presentes en el proyecto, así como la adecuación de estos, con la finalidad de optimizar las posibilidades de paso de las diferentes especies de vertebrados detectadas (Anexo VI.I).

Objetivos

- Mitigar los impactos a la fauna causada por la construcción y operación del proyecto Tren Maya Tramo 7 mediante la implementación y monitoreo de pasos de fauna.
- Implementar los pasos de fauna previstos para la obra con los enriquecimientos necesarios para cada tipo de fauna.
- Medir la eficiencia de los pasos de fauna construidos mediante el monitoreo de la fauna silvestre que utiliza los pasos de fauna
- Describir la vegetación presente en los pasos de fauna.
- Identificar a las especies de fauna silvestre que utilizan los pasos de fauna.
- Determinar los índices de diversidad y riqueza de las especies que utilizan los pasos de fauna.
- Proponer medidas de enriquecimiento de hábitat para aumentar la eficiencia de los pasos de fauna.

Alcances

- Realizar la construcción y el monitoreo de fauna silvestre a largo plazo en los pasos de fauna que contempla el proyecto para evaluar la eficiencia de estos. Los monitores se harán de manera anual, ininterrumpidamente hasta que todas las mejoras, aplicación de medidas o adicionamiento de pasos de fauna sean implementados, y los especialistas a cargo del programa no contemplen más mejoras, medidas de corrección o adición de más pasos de fauna. Una vez cumplidas estas dos condicionantes de los monitoreos se realizarán cada 2 años durante 6 años y posteriormente si no existe ninguna anomalía en los resultados o nuevas medidas de corrección, el monitoreo se efectuará cada 3 años de manera permanente.

Actividades

- Construcción de los pasos de fauna
- Monitoreo de los pasos de fauna
- Registro de especies de flora
- Identificación de individuos que hacen uso de los pasos para fauna

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Periodicidad de Monitoreo
- Registro de atropellos
- Análisis de los datos de atropellos

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y REFORESTACIÓN

En este programa también se identifican los principales impactos al suelo derivados del establecimiento del proyecto, se evalúa el riesgo de erosión con la construcción de obras del proyecto, se proponen estrategias de conservación o rehabilitación de suelos y se señalan las áreas donde se deben implementar dichas estrategias para disminuir el riesgo de erosión dentro del área del proyecto. Las estrategias y acciones del presente Programa están orientadas a conservar el suelo y evitar la erosión en áreas susceptibles con riesgo de erosión alto.

Objetivos

- Establecer las estrategias de manejo y conservación del recurso suelo y el marco teórico-práctico que indique las condiciones generales de la zona, de las especies a utilizar y de la metodología recomendada para el establecimiento de la reforestación para disminuir el riesgo de erosión en el área del proyecto del Tren Maya Tramo 5 Norte.
- Determinar los lugares con mayor riesgo de erosión dentro del área de proyecto y donde se deben establecer acciones y medidas para disminuir o evitar el riesgo de erosión dentro del área del proyecto.
- Describir las acciones y medidas para disminuir y evitar la pérdida de suelo en las áreas con riesgo de erosión.
- Emplear especies nativas para la ejecución del programa de reforestación.
- Determinar la cantidad de individuos por especie a restituir.
- Emplear las técnicas recomendadas por la CONAFOR para la realización de actividades de reforestación y restauración.

Metas

- Realizar un estudio que analice el riesgo de erosión donde se determine y señale los diferentes grados de riesgo de erosión en el área del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Sugerir por lo menos dos acciones o estrategias acordes a las condiciones del área del proyecto que garanticen la disminución de la erosión y de esta manera evitar la pérdida de suelo.
- Señalar los sitios donde se deben aplicar las acciones o estrategias para disminuir el riesgo de erosión.

Actividades

- Aplicación del modelo RUSLE para identificar áreas propensas a intervenir con las obras de conservación de suelos.
- Incorporación de materia orgánica para evitar la erosión.
- Establecimiento de una cubierta vegetal sobre el suelo desnudo por medio de revegetación.
- Establecimiento de cercos vivos en lugar de vallas para separar las parcelas.
- Mantenimiento del cerco vivo.
- Preparación del terreno
- Establecimiento de cercos perimetrales
- Chapeo
- Abonado con composta o estiércol maduro
- Establecimiento de terrazas individuales
- Adquisición y establecimiento de la plantación
- Monitorización de trabajos de mantenimiento de cajetes, control de maleza, riego, fertilización y control de plagas y enfermedades.
- Acciones de monitoreo, sitios de selección de etiquetado y seguimiento.

PROGRAMA DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y MANEJO DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES

La ejecución del programa durante la etapa de construcción del Proyecto Tren Maya Tramo 7 es responsabilidad de FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo Tren Maya), mientras que en la etapa de operación durante la vida útil del proyecto estará a cargo de la SEDENA (Secretaría de la Defensa

a Nacional) o quien resulte responsable de la operación, para lo cual se realizará conforme a lo establecido en la legislación.

El personal que lleve a cargo la ejecución del programa será un especialista que tendrá como formación profesional de Ing. Agrónomo, Biólogo, Edafólogo o carrera afín, con conocimientos y/o experiencia en Edafología.

Entre las acciones que le competarán al personal que ejecute este programa se destacan las siguientes:

- I Coordinar con las áreas operativas de la contratista la ejecución adecuada de los impactos edáfico-ambientales que se generen como producto de la construcción.
- II Asegurar el cumplimiento de las acciones, procedimientos y compromisos del programa de acuerdo con lo indicado para el proyecto.
- III. Planeación y logística de estrategias de trabajo en cada periodo de ejecución del programa y de la obra.
- IV Capacitación del personal asignado para desarrollo óptimo de funciones.
- V Entrega de reportes detallados de la ejecución y eventualidades a la contratista en el tiempo que esta establezca.

De igual manera, se podrá complementar el apoyo del personal profesional con ayuda de peones que fungirán como personal de apoyo en las labores de ejecución del programa, será capacitado por el especialista para llevar a cabo las actividades de campo.

Objetivos

- Desarrollar el Programa de Prevención, Mitigación y Manejo de Contingencias Ambientales que permita identificar las acciones preventivas, de respuesta y restauración, así como los procedimientos de seguimiento, evaluación y mejora durante todas las etapas del proyecto Tren Maya Tramo 7.
- Caracterizar los fenómenos naturales registrados en el SAR del Proyecto con la finalidad de contar con información histórica que permita la definición de las acciones de prevención, respuesta y restauración, así como para los procedimientos de seguimiento, evaluación y mejora.
- Describir la infraestructura existente con el fin de señalar las medidas preventivas implementadas desde el diseño del Proyecto Tren Maya Tramo 7.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Plantear las acciones de coordinación con las entidades de la administración pública municipal, estatal (incluyendo instancias de coordinación metropolitana) y federales relacionadas con el Proyecto TM-T7, con el fin de diseñar la estrategia de comunicación en caso de alguna eventualidad.
- Desarrollar las acciones de prevención con el fin de integrarlas al Programa de Contingencias Ambientales para prevenir los riesgos por diversos fenómenos naturales.
- Plantear las acciones de respuesta con el fin de integrarlas al Programa de Contingencias Ambientales para dar respuesta en caso de presentarse alguna eventualidad por fenómenos naturales.
- Señalar las acciones de restauración con el fin de integrarlas al Programa de Contingencias Ambientales en caso de presentarse alguna eventualidad por diversos fenómenos naturales.
- Describir los procedimientos de seguimiento, evaluación y mejora con el fin de mantener actualizado el Programa de Contingencias Ambientales.

Metas

- Contar con un Programa de Prevención, Mitigación y Manejo de Contingencias Ambientales que sirva de apoyo para el promovente, en coordinación con las autoridades estatales y municipales de protección civil para establecer medidas de reducción de riesgos tanto para el proyecto ferroviario como para las poblaciones aledañas.

Actividades

- Recopilación y análisis histórico de fenómenos hidrometeorológicos
- Recopilación y análisis histórico de Fenómenos geofísicos y edafológicos
- Evaluación de riesgo

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

La mayoría de las actividades humanas implican la generación de residuos. El Tren Maya Tramo 7 no es la excepción, el proyecto conllevará la generación de residuos en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, es por esta razón que es necesario contar con un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).

Este PMIR requerirá de supervisión y vigilancia para cada una de las acciones planteadas por etapa de manera que se asegure su cumplimiento, lo que a su vez permitirá la detección y corrección oportuna de

incidencias que puedan causar daños potenciales al medio ambiente como: contaminación del suelo, contaminación de agua subterránea y afectaciones a la fauna.

El PMIR del Tren Maya Tramo 7 está basado en la normatividad ambiental mexicana y tiene como objetivo establecer las estrategias para el correcto manejo y disposición de los residuos sólidos, de manejo especial, integra las medidas específicas que se emplearán para prevenir los impactos ambientales asociados con los residuos generados por el proyecto y en los casos en los que sea necesario mitigar dichos impactos.

Objetivos

- Establecer las estrategias para el correcto manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejos especiales y peligrosos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento del proyecto.
- Identificar los residuos que se generarán durante cada una de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
- Establecer las condiciones legales y técnicas del PMIR para llevar a cabo el almacenamiento temporal, el registro y verificación de residuos producidos.
- Proponer las medidas de prevención y en los casos necesarios de mitigación que garanticen el correcto manejo de los residuos que producirá el proyecto en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Metas

- Disponer de manera adecuada los residuos sólidos urbanos (RSU).
- Identificar correctamente los residuos peligrosos (RP).
- Formular un plan de manejo individual de los residuos peligrosos del proyecto.
- Contar con almacén temporal de residuos peligrosos que cumpla con las características técnicas necesarias.
- Elaborar una bitácora bien documentada de los residuos peligrosos generados en cada etapa del proyecto en donde se incluya la cantidad, fecha, descripción, entrada y salida del almacén temporal de dichos residuos y que se actualice constantemente.
- Seguir las medidas de prevención, mitigación y control que garanticen el correcto manejo de los residuos que producirá el proyecto en todas sus etapas.

Actividades

- Manejo de residuos generados por el proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
- Productos de desmonte y despalme
- Material de excavación
- Residuos sólidos urbanos
- Escombros
- Aceites gastados
- Envases impregnados con aceite
- Botes de pintura
- Estopas y trapos con solventes
- Registro de resultados
- Acopio, almacenamiento, transporte y disposición final
- Campaña de concientización

PROGRAMA DE LA CALIDAD DEL AIRE

La construcción del proyecto requerirá el uso de maquinaria, equipo y vehículos que emiten gases contaminantes, estos a su vez requieren mantenimiento y cambio de aceites que pueden, de no realizarse con ciertas medidas de prevención, ocasionar la contaminación del aire, suelo y agua.

Por lo que, para reducir el impacto ambiental de estas maquinarias y vehículos requeridos para el desarrollo del Proyecto, se han establecido medidas que permitan minimizar el riesgo de contaminación ocasionada por la falta de mantenimiento a los vehículos, maquinaria y equipos.

Objetivos

- Establecer las estrategias para llevar a cabo el monitoreo y evaluación de la calidad del aire y las emisiones generadas por vehículos, maquinaria y equipo involucrado durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Identificar las emisiones a la atmósfera generadas por las actividades del proyecto,

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

- Estimar las emisiones a la atmósfera generadas por las actividades del proyecto, incluyendo la utilización de vehículos, maquinaria y equipo involucrado.
- Establecer acciones de mantenimiento preventivo para las maquinarias, vehículos y equipos utilizados en el desarrollo del proyecto.
- Vigilar el cumplimiento de la normatividad en materia de contaminación atmosférica mediante el registro y supervisión de la verificación vehicular.
- Establecer medidas emergentes en caso de incremento de las emisiones

Principales actividades

- Revisión y registro documental de los permisos de circulación, verificaciones previas y mantenimientos realizados.
- Solicitar al contratista el registro de las flotillas de maquinaria, vehículos y equipos
- Revisión periódica de los reportes de mantenimiento realizados durante la ejecución del proyecto
- Identificación de las necesidades de almacenamiento de combustible, en su caso adquisición e inventariado de Equipo para atender derrames
- Identificación de las necesidades de almacenamiento de combustible, en su caso adquisición e inventariado de Equipo para atender derrames
- Seguimiento a incidentes relacionados al funcionamiento de vehículos, maquinaria y/o equipo.

Para el funcionamiento del PVA, se diseñará el desarrollo de mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento en materia ambiental. En este sentido, el PVA contempla la elaboración de fichas de seguimiento de la calidad ambiental, con las medidas de mitigación propuestas, según la información descrita en los capítulos V, VI y VII de esta manifestación de este documento.

En principio se presentan 29 fichas, que son elaboradas en función de las actividades que realizará el Promovente y/o la empresa encargada del proyecto; la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, frecuencia de realización, la normativa aplicable y la evidencia que se presenta. Contienen información extraída del resumen de impactos y de las medidas de mitigación, así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas de mitigación y cada una de las medidas propuestas, los indicadores de realización de efectos y los umbrales.

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El proyecto contempla una inversión de \$54,093,721,400.81 MXN de los cuales utilizará un porcentaje para llevar a cabo los temas ambientales, incluidas las medidas de prevención, mitigación y compensación. No obstante, la fijación de fianzas y montos será atendida en caso de que se estipule en el resolutivo del presente estudio por parte de la DGIRA. Los gastos serán medidos a partir de las medidas propuestas, así como en los programas derivados del PVA.

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

En este capítulo se presenta un análisis de los posibles escenarios ambientales a futuro en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto del Tren Maya Tramo 7, a desarrollar entre las poblaciones de Ucum, cerca Bacalar, en el estado de Quintana Roo y Escárcega, en el estado de Campeche.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Cuadro 11. Tendencia del SAR sin proyecto.

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	SUB-FACTOR	AFECTACIÓN	TENDENCIA
Aire	Emisiones y concentraciones ambientales de gases contaminantes (p.e. hidrocarburos monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) y partículas suspendidas (PM10 y PM2.5)	<p>El corredor 7 (Escárcega, Camp - Chetumal, QR), pasan por áreas en las que no se cuenta con monitoreo de calidad del aire que opere con equipos de medición que hagan uso de los métodos de referencia o equivalentes reconocidos por el marco legal vigente en la materia en nuestro país. En Campeche, existe una estación de monitoreo que no opera desde el año 2017, en tanto que en Quintana Roo opera, desde principios del año 2022 una red de monitoreo de bajo costo de partículas suspendidas PM2.5 que, si bien no genera información comparable, en calidad y confiabilidad, con equipos de medición que hacen uso de métodos de referencia o equivalentes, podrían aportar información general sobre las tendencias de este contaminante en la entidad. Esta red de monitoreo cuenta con 10 estaciones de medición (2 en Bacalar, 3 en Othón de Puente Blanco, 1 en Solidaridad, 1 en Puerto Morelos, 2 en Benito Juárez y 1 en Cozumel); sin embargo, tiene poco tiempo de operación y no ha generado información suficiente para establecer con certeza el estado actual de la calidad del aire en la entidad. Dado que en una entidad la estación de monitoreo no opera desde hace años y en otra apenas inicia su operación, no se cuenta con información suficiente que permita establecer con certeza el estado actual ni la tendencia histórica de la calidad del aire en la región.</p> <p>La escasa información disponible que ha generado, a la fecha, la red de monitoreo de bajo costo, en el estado de Quintana Roo, indica que presumiblemente no existen actualmente niveles de contaminación del aire por partículas suspendidas PM2.5, que supongan un riesgo a la salud de la población de acuerdo con los criterios definidos en la Norma Oficial Mexicana "NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud". Sin embargo, esta aseveración debe aún ser confirmada con el análisis de datos de calidad del aire de al menos un año completo.</p>	<p>No se cuenta con información que permita establecer una tendencia clara sobre el estado de la calidad del aire en la región, dado que ni en Campeche, ni en Quintana Roo se cuenta con datos de monitoreo de calidad del aire confiables y de largo plazo. Sin embargo, se espera que de no registrarse un incremento significativo de emisiones y que éstas no se concentren en las áreas urbanas, entonces las condiciones meteorológicas y las características del terreno en la región seguirán operando en favor de una buena calidad del aire. Para poder validar esta situación, sin embargo, resulta indispensable fortalecer las capacidades de monitoreo de la calidad del aire, tanto en Campeche como en Quintana Roo.</p> <p>En general, en términos del crecimiento esperado de las emisiones contaminantes en la región, es prudente destacar que en el caso de Campeche, el PROAIRE 2019-2028, presenta una proyección de emisiones a nivel estatal para el periodo 2016-2026, que parte de las emisiones estimadas para el año 2016 y se les aplica un factor de crecimiento que contempla el crecimiento poblacional en el estado, las perspectivas de consumo energético de SENER, el crecimiento del parque vehicular que proporciona el modelo MOVES-México y las tendencias de crecimiento anual del mercado azucarero. En dicha proyección tendencial, se estima que las emisiones de partículas suspendidas PM2.5 y carbono negro podrían aumentar al 2026 un 14 y 15%, respectivamente.</p> <p>En el caso de Quintana Roo, una proyección similar, bajo las mismas consideraciones descritas para Campeche pronostica que las emisiones de partículas suspendidas PM2.5 y carbono negro podrían aumentar al 2026 alrededor de 24%.</p> <p>En estos mismos documentos se indica que en Campeche la emisión de PM10 se incrementaría al 2026 en 14%, los óxidos de</p>

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	SUB-FACTOR	AFECTACIÓN	TENDENCIA
		<p>Se estima que esta condición general de buena calidad del aire en la región es producto de que se cuenta con condiciones que favorecen la adecuada dispersión de contaminantes e inhiben su acumulación, dado que posee bajas altitudes (terreno dominado por llanuras y lomeríos) y uniformidad del terreno, que además tiene pocas elevaciones que no superan los 390 metros sobre el nivel del mar y por tanto no representan una barrera significativa para el libre flujo del viento y dispersión de contaminantes. Sin embargo, esta aseveración debe aún ser confirmada con el análisis de datos de calidad del aire de al menos un año completo.</p> <p>La información disponible del Inventario Nacional de emisiones más reciente (2016), indica, que en la región las principales fuentes de emisión de contaminantes que afectan la calidad del aire por partículas suspendidas PM2.5, son:</p> <p>Campeche: 51% Fuentes de Área (combustión doméstica, quemas agrícolas y labranza); 45% Fuentes fijas (Petróleo y Petroquímica, Alimentos y Bebidas y Generación de energía eléctrica), y, 4% Fuentes móviles (Camiones remolque, Camiones de carga y Autobuses)</p> <p>Quintana Roo: 59% Fuentes de Área (Combustión doméstica); 28% Fuentes fijas (Alimentos y bebidas), y, 13% Fuentes móviles (Camiones de carga y Autobuses).</p> <p>A nivel municipal, las emisiones de partículas suspendidas PM2.5 en municipios como Escárcega, Bacalar y Tulum son de las más bajas en la región, en tanto que Othón de Puente Blanco es uno de los sitios con mayores de emisiones de este contaminante.</p>	<p>nitrógeno en 11% y los compuestos orgánicos volátiles en 8%; en tanto que en Quintana Roo, estos incrementos serían de 20% para PM10, 35% para óxidos de nitrógeno y 8% para compuestos orgánicos volátiles.</p> <p>Fuentes: Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el Estado de Quintana Roo, PROAIRE 2019 – 2028. http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/35_ProAire_Estado_de_Quintana_Roo.pdf</p> <p>Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el Estado de Campeche, PROAIRE 2019 – 2028. http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/36_ProAire_Estado_de_Campeche.pdf</p>
Geoformas	Relieve	<p>El área de del Proyecto se encuentra en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, predominantemente plano a excepción del sector central del Tramo 7, que cuenta con elevaciones máximas del orden de los 300 msnm. Esta elevación ligeramente superior del terreno en el Tramo 7 que respecto a otros sectores costeros reduce de manera significativa el riesgo por karsticidad.</p>	<p>Por las características del subsuelo y la elevación respecto al nivel del mar, no se considera que existan marcadas tendencias de cambio.</p>

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	SUB-FACTOR	AFECTACIÓN	TENDENCIA
	Karsticidad		
Agua	C.F.Q. agua superficial	Se ha documentado un relativamente elevado nivel de transporte de contaminantes desde la superficie hacia el flujo subterráneo del agua. Por ejemplo, el manejo de herbicidas y otros compuestos	Los registros de calidad del agua superficial y subterránea que se han obtenido como parte de los estudios a escala nacional muestran valores que pueden considerarse buenos o de bajo nivel de contaminación. La implementación de proyectos que sí implican el manejo y descarga de grandes volúmenes de fluidos contaminantes en la región, tales como granjas porcícolas, representa un riesgo potencial a futuro para el manto acuífero.
	C.F.Q. agua subterránea		
	Recarga de acuíferos	La recarga a los acuíferos en la región ocurre de manera distribuida y abarca todo el terreno involucrado en el SAR y el trazo del proyecto.	La región cuenta con elevada disponibilidad hidrológica según la metodología de evaluación de acuíferos por parte de la CONAGUA.
	Escorrentía	Los escurrimientos superficiales no ocurren de la misma manera natural que en otras regiones. La mayor parte del flujo hidrológico en el SAR del proyecto ocurre precisamente de manera subterránea.	
Suelo	Erosión	Toda la región se caracteriza por tener un desarrollo edafológico limitado. Si bien se trata de suelos con poco desarrollo vertical, de manera natural es poco frecuente que se vea alterado por factores naturales, y sólo son afectados por temas de crecimiento urbano y por prácticas productivas.	La tendencia hacia los temas de erosión y contaminación del suelo a nivel regional es baja, pero está presente. No se puede considerar como agudizada, aunque como ya se ha mencionado, ciertos proyectos de reciente aparición pueden acelerar los procesos, principalmente hacia temas de contaminación del suelo y eventualmente de los flujos subterráneos del agua.

		TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO	
FACTOR	SUB-FACTOR	AFECTACIÓN	TENDENCIA
	Contaminación	La contaminación del suelo a nivel regional se puede asociar con prácticas como los tiraderos o basureros irregulares en algunas áreas suburbanas, así como con algunas prácticas productivas entre las que destacan las granjas porcícolas.	
Flora	Cubierta vegetal	Pérdida de cobertura y fragmentación la vegetación por el crecimiento urbano y el cambio de uso del suelo.	Las comunidades vegetales del SAR y AI se encuentran en buen estado de conservación. Se presentan también algunas comunidades vegetales que han sido afectadas por incendios o fenómenos meteorológicos, y se encuentran actualmente en procesos de recuperación o sucesión natural. Se registran aprovechamientos forestales extractivos como el látex de zapote, maderas del tzalam, ciricote, caoba y cedro. Asimismo, se ha observado la fragmentación de los ecosistemas por brechas y caminos, así como por la apertura y desmonte de parcelas. Otra de las afectaciones a los ecosistemas forestales es la introducción de pastos exóticos para la alimentación de ganado, lo cual ha provocado que estas gramíneas se extiendan hacia el interior del sotobosque. Los incendios forestales en la temporada de secas son una amenaza permanente para este tipo de ecosistemas. Entre las amenazas antropogénicas se encuentra el cambio de uso de suelo para el cultivo de especies frutales y maderables, así como para la apertura de bancos de materiales.
	Diversidad de especies	Disminución de especies primarias por la transformación del hábitat y aumento de especies secundarias y ruderales.	La disminución de especies primarias depende directamente de la transformación del hábitat.
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	El área de SAR actualmente presenta un grado de conservación heterogéneo en cuando a los hábitats que presenta. muchas especies sensibles a la perturbación suelen evadir las áreas de mayor riesgo.	Los hábitats se encuentran algo más conservados y las poblaciones de especies protegidas encuentran una mayor cobertura y seguridad para su movilidad que en otros tramos del proyecto. Es difícil determinar un solo grado de perturbación y fragmentación por las actuales actividades antropogénicas.
	Especies protegidas		

		TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO	
FACTOR	SUB-FACTOR	AFECTACIÓN	TENDENCIA
	Fragmentación del hábitat faunístico		
Sociedad y economía	Nivel de empleo	La tendencia de ocupación regional se concentra en el sector terciario, con más de 600 mil empleos que representan el 79.32%, seguido del sector secundario, con el 14.84%; y finalmente el sector primario, con apenas el 5.47%, tal como lo demuestran los indicadores estratégicos de ocupación y empleo, datos proporcionados por la encuesta intercensal de INEGI, 2015.	La tendencia de la zona está enfocada al desarrollo turístico y aumento en la economía local y regional por una mayor afluencia de turismo.
	Economía local	La economía local deriva del turismo que llega a las poblaciones en donde el mayor servicio se encuentra en el sector terciario, así como en el sector de servicios relativos a la carretera paralela al trazo del proyecto en la mayor parte del T7.	
	Servicios e infraestructura	La región depende principalmente del sector terciario, enfocado al turismo que llega a la zona con la ocupación de hoteles, servicios turísticos y restaurantes, su movilidad principal es vía carretera.	Se presentará un incremento en la creación de infraestructura turística y accesos a estas.
	Percepción social	El aumento de proyectos en la región genera empleos para la población.	Este incremento de empleo asociado al sector turístico incide como un factor de atracción de habitantes de otras localidades e incluso de otras entidades.
Cultura	Patrimonio cultural	En el estado de Quintana Roo se localizan diversas zonas arqueológicas que pertenecen al patrimonio cultural de México	Estas áreas continuarán siendo un factor importante en el sector cultural y turístico a nivel regional.
Paisaje	Calidad paisajística	El paisaje actual en el SAR presenta conservación muy heterogénea en todas sus unidades de vegetación a excepción de las zonas urbanas.	El crecimiento urbano incrementa la fragmentación del paisaje.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Cuadro 12. Tendencia del SAR con el proyecto SIN implementar medidas de mitigación.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO SIN MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	IMPACTO / MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA Y/O RIESGO
Aire	Emisiones y concentraciones ambientales de gases contaminantes (p.e. hidrocarburos monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) y partículas suspendidas (PM10 y PM2.5)	<p>Con el desarrollo del proyecto se espera que haya un incremento temporal en las emisiones de gases y partículas contaminantes que se reflejen en un deterioro temporal de la calidad del aire en el entorno inmediato de los sitios donde se ejecute la obra.</p> <p>El desplante de infraestructura temporal, debido al uso de maquinaria para su desplazamiento, montaje y uso por parte del personal, podrá generar un incremento en las emisiones de gases (tales como hidrocarburos (HC), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx)), así como de partículas suspendidas (PM10 y PM2.5). Igualmente, la operación de los equipos de construcción tal como barredoras, compactadoras, estabilizadoras, moto conformadoras, cargadores frontales, aplanadoras, petrolizadoras, retroexcavadoras y vibro compactadores, entre otros, podrán no sólo generar emisión de contaminantes, sino también generar ruidos con una intensidad tal que puede provocar molestias tanto al personal que opera dicho equipo como a la población cercana.</p> <p>Igualmente se identifica que otra causa del incremento en emisiones contaminantes estará asociado al aumento de vehículos que llegarán o saldrán de cada frente de trabajo y de la maquinaria utilizada. Las emisiones por aumento de tráfico y uso de maquinaria contendrán típicamente material particulado, hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.</p> <p>Igualmente se podrán generar un incremento en la emisión de partículas suspendidas debido al traslado y acarreo de</p>	<p>Deterioro temporal de la calidad del aire por el incremento de emisiones contaminantes asociado al uso de vehículos, maquinaria y desarrollo propio de la obra</p> <p>En general, estos impactos se estima que serán continuos solo durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto. Su concentración será de puntual a local y de acción directa. El incremento en los niveles de emisión de contaminantes puede llegar a afectar la calidad del aire en las inmediaciones de la obra y se considera que el efecto finaliza casi inmediatamente después que cesa la actividad causante del impacto, debido a las buenas condiciones de ventilación en la región, que favorecen la dispersión de contaminantes.</p> <p>El impacto en la calidad del aire alcanzaría su punto más alto durante la etapa de preparación del sitio y construcción y disminuirá al finalizar la obra hasta alcanzar niveles cercanos a los existentes antes del inicio de la misma durante la etapa de operación del tren, ya que la única fuente de emisión relacionada con el proyecto que permanecerá será el propio tren y sus emisiones contaminantes al aire sólo estarán presentes en los momentos en los que transite por los tramos correspondientes. Así como la emisión de contaminantes de los vehículos que circulen en las inmediaciones de las estaciones de ascenso y descenso de pasajeros del tren.</p>

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO SIN MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	IMPACTO / MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA Y/O RIESGO
		<p>material. Para evitar las emisiones asociadas a esta actividad</p> <p>Durante la operación de tren se generarán emisiones a la atmósfera por el proceso de combustión del diésel, debido a que se plantea el uso de trenes duales diésel-energía eléctrica. Asimismo, en las estaciones de ascenso y descenso de pasajero se generará una nueva dinámica de movimiento de vehículos automotores y por consiguiente una mayor emisión de contaminantes al aire.</p>	
Geoformas	Relieve	La operación con maquinaria pesada y posteriormente el incremento de peso por la infraestructura ferroviaria y el paso del tren pueden implicar un incremento en el riesgo de la erosión.	La implementación de las obras sin considerar las mediciones geofísicas, de mecánica de suelos y sin implementar una ingeniería compatible con las características geológicas y geomorfológicas del trazo, pueden implicar riesgo de que se presenten deterioro ambiental.
	Karsticidad		
Agua	C.F.Q. agua superficial	El retiro de vegetación y movimiento de tierras puede ocasionar el desplazamiento de polvos, materia orgánica y otros elementos que pueden afectar temporalmente los escurrimientos superficiales y la calidad del agua subterránea. Así también la acumulación de tierra o materiales puede generar una modificación de las escorrentías temporales durante las lluvias.	Alteración a la calidad del agua proveniente de escurrimientos temporales.
	C.F.Q. agua subterránea		Contaminación de agua subterránea por generación, manejo, almacenamiento y disposición inadecuados de residuos sólidos urbanos, líquidos de manejo especial y peligrosos.
	Recarga de acuíferos	Puesto que la recarga de acuíferos ocurre de manera generalizada en todo el SAR, no se considera que la implementación del proyecto pudiera cambiar de manera significativa el volumen del flujo hidrológico subterráneo.	Modificación poco relevante de los niveles de recarga en los acuíferos.
	Escorrentía	La principal interacción corresponde al potencial arrastre de suelo, partículas y elementos contaminantes (aceites, RSU, plástico) que puedan verse al subsuelo.	Modificación poco significativa del patrón de drenaje por la obstrucción de infraestructura o movimientos de tierra. Se califica como poco significativa debido a que todo el suelo de la región presenta una elevada tasa de infiltración.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO SIN MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	IMPACTO / MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA Y/O RIESGO
Suelo	Erosión	Afectación a la estabilidad edafológica y pérdida de suelo por efectos del viento y lluvia durante el desarrollo de las obras.	Estos factores corresponden principalmente a las etapas de preparación del sitio y construcción de las obras, en caso de desarrollarse sin implementar las medidas de mitigación recomendadas.
	Contaminación	Riesgo potencial de contaminación del suelo por el manejo inadecuado o accidentes con residuos sólidos, líquidos y de manejo especial.	
Flora	Cubierta vegetal	Las actividades de preparación del sitio (desmante y despalle), suponen la disminución de la cobertura vegetal en el área del proyecto.	Pérdida de la cobertura vegetal en el área del proyecto.
	Diversidad de especies	Las actividades de preparación del sitio (desmante y despalle), implican la eliminación de organismos vegetales en el área de obras del proyecto.	Disminución de las poblaciones de las especies presentes en el área del proyecto.
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	Durante la etapa de construcción, se presenta un riesgo potencial a producir fragmentación del hábitat, generando desplazamiento de algunas poblaciones. Al existir remoción de vegetación la fauna tiende a desplazarse.	Aumento en la fragmentación del hábitat.
	Especies protegidas		
	Fragmentación del hábitat faunístico		
Sociedad y economía	Nivel de empleo	Durante la etapa de construcción incentivaré la generación de empleos dándole prioridad a las poblaciones locales de la región, con ello se generará una mejora en la movilidad con una mayor afluencia local y extranjera.	La movilidad laboral aumentará y habrá una disminución en los flujos migratorios
	Economía local		La economía local de las poblaciones tendrá fortalecimiento con una mayor cantidad de visitantes turistas.
	Servicios e infraestructura	La construcción del proyecto impulsará el desarrollo en puntos terminales del mismo.	Actualmente el transporte en la península es en su mayoría terrestre. El proyecto dará una nueva forma de movilidad reduciendo tiempos y costos. El proyecto dará una nueva forma de movilidad lo que tendrá un impacto positivo para las comunidades en términos de reducción de tiempos y costos de transporte.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO SIN MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	IMPACTO / MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA Y/O RIESGO
	Percepción social	El proyecto generará empleos en la etapa de construcción benéficos para la población, así como incremento en prestación de servicios durante la operación.	Mejora en la economía de la población local involucrada en el proyecto.
Cultura	Patrimonio cultural	Dentro del SAR se localizan varios sitios arqueológicos de importancia cultural.	Posibles impactos que puedan ser causados por el turismo nuevo con el desarrollo del proyecto.
Paisaje	Calidad paisajística	En el SAR y área del proyecto se generarán modificaciones en el paisaje por la construcción e infraestructura que se establecerá.	La tendencia en la calidad paisajística del SAR se verá disminuida por el proyecto.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cuadro 13. Tendencia del SAR con el proyecto implementando medidas de mitigación.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO IMPLEMENTANDO MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA AJUSTADA
Aire	Emisiones y concentraciones ambientales de gases contaminantes (p.e. hidrocarburos monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) y partículas suspendidas (PM10 y PM2.5)	<p>Se efectuará control de material particulado mediante riego periódico con agua tratada en el Área del Proyecto, así como con el uso de lonas para cubrir el material particulado que se pueda dispersar y que sea transportado.</p> <p>Los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transitar con lonas o bien a realizar el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos.</p> <p>Verificar que los vehículos automotores que sean utilizados durante la obra de construcción cumplan con los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes a la atmósfera establecidos en las normas oficiales mexicanas para vehículos en circulación NOM-041-SEMARNAT-2006 para unidades a gasolina y la NOM-045-SEMARNAT-2005 para automotores a diésel. No se permitirá el uso de vehículos ostensiblemente contaminantes.</p> <p>Se priorizará el uso de equipos de construcción tal como barredoras, compactadoras, estabilizadoras, moto conformadoras, cargadores frontales, aplanadoras, petrolizadoras, retroexcavadoras y vibro compactadores, que tecnología avanzada de control de emisiones tal como el uso de filtros de partículas en aquellos casos en los que aplique.</p> <p>así como el consumo de combustibles con bajo contenido de azufre para minimizar la emisión de contaminantes al aire,</p> <p>Realizar mantenimiento mecánico periódico a los vehículos y maquinaria utilizada durante el proceso de construcción de la obra, para asegurar el menor impacto posible a la emisión de contaminantes a la atmósfera. Dicho mantenimiento deberá ser registrado en bitácoras.</p>	<p>Las medidas propuestas están diseñadas para limitar y contener, en la medida de lo posible, las potenciales afectaciones a la calidad del aire, evitando y/o reduciendo la generación de emisiones, la dispersión de partículas y la contaminación auditiva, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.</p> <p>Al ejecutar estas medidas se previene la generación de emisiones, así como la re-suspensión y dispersión de partículas a la atmósfera. Su ejecución está sujeta a buenas prácticas de manejo, sobre todo en las primeras etapas en donde se realizan movimientos de tierras, desmontes y cimentaciones.</p> <p>Aun con las medidas de mitigación, es de esperarse un impacto en la calidad del aire de la región, pero éste será minimizado por la implementación de las propias medidas, alcanzándose el mayor nivel de afectación durante la etapa de preparación del sitio y construcción y disminuyendo al finalizar la obra hasta alcanzar niveles cercanos a los existentes antes del inicio de la misma durante la etapa de operación del tren, ya que la única fuente de emisión relacionada con el proyecto que permanecerá será el propio tren y sus emisiones contaminantes (en caso de usar combustible fósil para su funcionamiento), sólo estarán presentes en los momentos en los que transite por los tramos correspondientes y serán dispersados rápidamente por las condiciones meteorológicas y topográficas que caracterizan a la región.</p> <p>Asimismo, mediante la elaboración del inventario de emisiones se establece y documenta la línea base de emisión de contaminantes atmosféricos durante las etapas de construcción y operación del Tren Maya, con la finalidad de dar seguimiento a la tendencia de emisión en un futuro.</p>

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO IMPLEMENTANDO MEDIDAS			
FACTOR	SUB-FACTOR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA AJUSTADA
		<p>La maquinaria y equipo utilizado durante la construcción contará con silenciadores, por lo cual se verá reducida la contaminación generada por ruido en la zona. Las actividades de preparación del sitio serán efectuadas en un horario apropiado para evitar molestias a los habitantes de la zona durante la noche.</p> <p>Se implementará y/o fortalecerá un Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire en la región, con acciones de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.</p> <p>Realizar un inventario de emisiones contaminantes criterio y de gases y compuestos de efecto invernadero por el uso de los vehículos automotores y maquinaria durante el proceso de construcción de la obra, así como durante el proceso de operación del tren, a fin de dimensionar su contribución a la emisión de contaminantes.</p>	
Geoformas	Relieve	<p>Se evitarán cortes innecesarios en el área del proyecto. La tierra extraída de los cortes se acopiará ser usada posteriormente. Durante la operación de excavado, retirar la tierra y acopiarla, para poder optimizar su uso y reutilizarla con posterioridad. Adecuar las características del suelo a medida que no se presente problemas de erosión y hundimientos.</p>	<p>Se limitará el desarrollo de las actividades a las áreas previamente señaladas, para evitar riesgos innecesarios por la modificación del relieve. Con la implementación de los sistemas descritos, se evitará modificar las características del terreno, eliminando los riesgos, y manteniendo los procesos naturales del subsuelo.</p>
	Karsticidad	<p>Se plantea que en las áreas identificadas con mayor riesgo de erosión o fracturamientos en el subsuelo, se implementará cimentación estructurada que transfiera la carga al subsuelo de manera distribuida, sin interrumpir los flujos hidrológicos horizontales (escurrimientos) ni verticales (infiltración).</p>	<p>Se implementará un Programa de prevención, mitigación y manejo de contingencias ambientales, entre cuyos objetivos están la definición de las acciones de prevención, respuesta y restauración, así como los procedimientos de seguimiento de los fenómenos asociados a los riesgos físicos, y cuya síntesis puede consultarse en el capítulo VI de este mismo documento.</p>
Agua	C.F.Q. agua superficial	<p>Se implementará un programa de manejo y disposición de residuos sólidos que evite el riesgo de derrames o la dispersión de los residuos por acción del viento o la lluvia a los alrededores. Las excavaciones deberán realizarse de manera mecánica, no utilizando instrumentos que generen sustancias o residuos peligrosos. Se deberá aplicar un programa de manejo y disposición</p>	<p>La implementación de las medidas mencionadas permitirá, en lo posible, mantener los escurrimientos superficiales y los niveles de recarga de los acuíferos subterráneos, aunque tampoco podrá mejorar por sí mismas los niveles de calidad del agua superficial y subterránea que son afectados por otros procesos productivos que ya ocurren en la región.</p>
	C.F.Q. agua subterránea		

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO IMPLEMENTANDO MEDIDAS

FACTOR	SUB-FACTOR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA AJUSTADA
	Recarga de acuíferos	de residuos sólidos que evite el riesgo de derrames o la dispersión de los residuos por acción del viento o la lluvia a los alrededores, así como el uso de letrinas portátiles.	Aquí se requiere la participación de autoridades de todos los niveles de gobierno, para regular aspectos como las actividades turísticas, así como la serie de actividades que sí realiza importantes descargas de aguas servidas, como sería el caso de las granjas porcícolas.
	Escorrentía	Para facilitar la escorrentía del agua se generarán obras de filtración y de conducción del líquido que no se pueda filtrar dentro del derecho de vía.	
Suelo	Erosión	No se crearán crear montículos de materiales terrígenos en la intemperie, ni de manera temporal. Los trabajos de preparación del se ejecutarán de manera progresiva, es decir, por tramos que puedan ser atendidos en función de la velocidad real de la obra. Los materiales obtenidos como producto de las excavaciones y/o movimientos de tierra serán aprovechados en la misma obra para la nivelación del terreno.	Los mayores riesgos para generar un incremento en la erosión y en la contaminación del suelo están asociados a las etapas de preparación del sitio y construcción. Mientras que se mantendría un riesgo bajo a la contaminación durante la operación, por lo que con la implementación de las medidas de mitigación y con el cumplimiento de los programas ambientales específicos, se podrá limitar ese riesgo potencial con relativa facilidad. Al respecto, el Programa de prevención, mitigación y manejo de contingencias ambientales y conservación del paisaje kárstico también brinda acciones de prevención, respuesta y restauración, así como los procedimientos de seguimiento a eventos que pudieran significar una afectación al suelo.
	Contaminación	Se prohíbe arrojar o depositar cualquier tipo de desecho en el área de estudio, así como en zonas aledañas. Establecer contenedores con tapa, de forma visible y estratégica en los frentes de trabajo para los RSU. Se aplicará un programa de manejo y disposición de residuos sólidos que evite el riesgo de derrames o la dispersión de los residuos por acción del viento o la lluvia a los alrededores. Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso serán manejados según la normatividad aplicable. El abastecimiento de combustible se deberá realizar en las estaciones de servicio en la región, el mantenimiento de vehículos, cambios de aceites y lubricantes se deben realizar fuera del predio en talleres autorizados.	
Flora	Cubierta vegetal	Se realizará una reforestación para compensar la pérdida de cobertura vegetal, en los términos que señale la autoridad ambiental.	Esta medida contribuirá a mitigar la pérdida de cobertura vegetal y también puede contribuir a disminuir la fragmentación del hábitat.
	Diversidad de especies	Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora considerando a las especies en riesgo de extinción, las endémicas y las especies con poblaciones reducidas.	Esta medida garantiza que no habrá disminución de las poblaciones de especies en riesgo de extinción, endémicas y aquellas con escasos individuos.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO IMPLEMENTANDO MEDIDAS

FACTOR	SUB-FACTOR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA AJUSTADA
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	Se realizará un rescate y reubicación de fauna durante la etapa de construcción del proyecto. Durante la construcción se implementarán pasos de fauna aéreos y terrestres; como parte de esta medida también se deberá implementar un monitoreo de pasos de fauna a largo plazo para verificar la eficacia de estos y aplicar las medidas correctoras y mejoras pertinentes.	<p>Con las medidas de mitigación pertinentes se espera que durante la fase de construcción no exista deceso de animales, siendo reubicados en hábitats similares a los que se encontraron con el fin de que cumplan su desarrollo y reproducción, manteniendo saludables las poblaciones.</p> <p>Por otro lado, los pasos de fauna tienen como fin mitigar la fragmentación que ya existe en el área, lo cual será un aliciente para la fauna de región, se espera que con esta medida disminuyan los atropellamientos producto de la carretera ya existente. Con el plan de monitoreo se verificará que esto sea cierto y que los pasos sean usados por la fauna silvestre; en caso contrario se esperan aplicar medidas correctoras y mejoras para aumentar la eficacia de los pasos de fauna.</p>
	Especies protegidas		
	Fragmentación del hábitat faunístico		
Sociedad y economía	Nivel de empleo	Se generarán empleos por las actividades del proyecto que permitan tener un efecto positivo sobre la población.	Esta medida permitirá un alce en estabilidad económica de la población, así como la disminución de migración.
	Economía local	Los empleos temporales creados y el turismo generados por el proyecto reflejarán el movimiento de la economía de manera local y regional.	Esta medida generara un mayor impulso en la economía local, así como también brindando oportunidades laborales.
	Servicios e infraestructura	Se espera que mediante el proyecto la movilidad de los diversos grupos de población se vea beneficiados al tener mayores opciones de transporte, así como también poder movilizar productos y mercancías.	La utilización del tren representará una mayor movilidad de la población, así como de productos comerciales.
	Percepción social	La generación de empleos para la población es un aspecto del proyecto, se deberá crear protocolos de limpieza y contaminación durante y después de la construcción del proyecto.	Se presentará un el aumento de empleos y turismo en la zona. Se concientizará a los trabajadores y población para un manejo adecuado de los desechos generados.
Cultura	Patrimonio cultural	Se deben establecer acciones, protocolos, reglamentos para proteger las áreas de importancia cultural.	Las medidas y acciones disminuirán las afectaciones, preservando el patrimonio cultural existente dentro del SAR.

TENDENCIA DEL SAR CON PROYECTO IMPLEMENTANDO MEDIDAS

FACTOR	SUB-FACTOR	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TENDENCIA AJUSTADA
Paisaje	Calidad paisajística	Se deberán establecer programas de conservación y restauración de suelos para disminuir los impactos al paisaje.	Los programas ayudaran a restaurar la calidad en el paisaje por el desarrollo del proyecto, evitando un efecto negativo en el paisaje natural del SAR.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

A partir de los tres escenarios ambientales que se han presentado, es posible observar que en el Sistema Ambiental Regional en el que se insertará el proyecto no se presentan tendencias críticas de cambio de uso del suelo o deterioro ambiental, de acuerdo con los inventarios nacionales Series INEGI VI y VII, y de acuerdo con la modelación del cambio de superficie por desarrollo de infraestructura del proyecto, se puede considerar que el proyecto en sí mismo no representaría un cambio significativo las tendencias preexistentes.

Con la introducción del proyecto sin implementar las correspondientes medidas de mitigación, se espera que el SAR continúe con su dinámica actual, sin cambios significativos a los actuales procesos de deterioro. Los componentes naturales del sitio continuarán con las tendencias observadas y descritas, con un cambio poco apreciable en términos de composición porcentual de los tipos de uso del suelo y vegetación, mientras que se presentaría un beneficio en los aspectos socioeconómicos por la derrama obtenida a partir del proyecto ferroviario.

Finalmente, la introducción del proyecto en conjunto con la serie de medidas de mitigación y programas ambientales específicos, se considera que podría tener un efecto ordenador en el entorno, de manera que es posible afirmar que el desarrollo del Tramo 7 del Proyecto del Tren Maya no implicará un cambio significativo desde el punto de vista de los pronósticos ambientales en la región en que se desarrollará, en los estados de Campeche y Quintana Roo, ni se modificarán de manera significativa las actuales tendencias de crecimiento del área urbana y de desarrollo de la región, más allá de la actual tasa de expansión que ya se presenta de manera histórica.

CONCLUSIÓN

El Tramo 7 será desarrollado en una región que, a diferencia de otros tramos del Proyecto del Tren Maya, no cuenta con elevadas tasas de deterioro ambiental, aunque sí se observan tendencias en el cambio de la superficie de algunas de las unidades ambientales del SAR. El proyecto utilizará una fracción muy reducida de superficies con vegetación natural con buen grado de conservación en comparación con la proporción de superficie disponible en el sistema ambiental regional en el que se insertará el proyecto.

Se espera que las tendencias de cambio de uso de suelo en el SAR sigan trayectorias similares al curso actual, independientemente de la implementación o no del proyecto. Esto significa que se considera que las tendencias de desarrollo preexistentes no serán significativamente modificadas por el proyecto.

En total, las obras requerirán el cambio de uso del suelo de apenas el 0.102% de la superficie global del SAR, siendo la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en las que se desarrollarán la mayor parte de las obras, ocupando solamente el 0.049% de la superficie del SAR.

Se considera que los impactos ambientales potenciales del proyecto serán de magnitud limitada, en su mayoría de tipo temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, y que podrán ser amortiguados y compensados a través de la implementación de las medidas de mitigación presentadas en el capítulo VI, así como por el desarrollo del programa de vigilancia ambiental y de los programas ambientales específicos propuestos, los cuales coadyuvarán en cierta medida a compensar y limitar el impacto de las tendencias de desarrollo registradas en los años anteriores.

Hasta cierto punto, se estima que el desarrollo del proyecto en conjunto con el cumplimiento de las medidas y programas ambientales específicos tendrá un papel regulador del territorio, generando una alternativa en el marco del desarrollo socioeconómico regional y de la movilidad inter-urbana de la región.

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera que el proyecto del Tren Maya Tramo 7 es viable desde el punto de vista ambiental, y se prevé que sus potenciales impactos podrán ser mitigados con la participación de los contratistas y de los prestadores de servicios de gestión ambiental para la vigilancia del cumplimiento de las condicionantes y especificaciones, y con la implementación de las acciones y medidas que se indiquen en el resolutivo que emita la autoridad ambiental.



ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE