MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO I

Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

Tabla de contenido

I.1 Datos generales del proyecto 2
I.2 Nombre del proyecto 3
I.3 Ubicación del proyecto 3
I.4 Duración del proyecto 5
I.5 Datos generales del promovente 6
I.5.1 Nombre o razón social 6
I.5.2 Registro Federal de Contribuyente del promovente 6
I.5.3 Nombre y cargo del representante legal 6
I.5.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 6
I.5.5 Nombre del responsable técnico 6
I.5.5.1 Participantes en la elaboración del documento 6

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

I.1 Datos generales del proyecto

México cuenta con una extensa red de caminos que resulta insuficiente para abastecer a todas las comunidades en cuanto al transporte de materias primas, productos, personas y servicios básicos, lo que constituye un freno para la actividad económica del país; además de limitar el desarrollo social en áreas tales como la atención a la salud y la educación de los grupos marginados.

El estado de Yucatán cuenta con una red de caminos y carreteras de 12,379.60 kilómetros de longitud distribuidos en todo su territorio de los cuales 3,618.60 km corresponden a caminos rurales no pavimentados y la falta de vías de comunicación es muy evidente, por lo cual, el plan de desarrollo estatal de Yucatán 2018 - 2024, es indispensable que, con la participación de los tres órdenes de Gobierno, en el ámbito de su competencia se atienda adecuadamente este importante patrimonio de infraestructura para mantenerla en buenas condiciones de operación, así como la construcción de vías de comunicación.

Las vías de comunicación representan la base para detonar el desarrollo en general, cobrando una mayor importancia en el estado de Yucatán, que, por su extensión territorial, obliga a recorrer grandes distancias entre sus polos de desarrollo económico y sus poblaciones. Bajo este contexto cobra sentido el proyecto cumple con los objetivos de los tres niveles de gobiernos, de acercar a las comunidades a los centros económicos regionales.

De acuerdo a lo anterior, se pone de manifiesto que la modernización de infraestructura carretera, debe presentar el Estudio de Manifestación de Impacto Ambiental de acuerdo con lo establecido en los artículos 5 y 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5to inciso (B) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del impacto ambiental (*última reforma 11 de abril de 2022*).

El proyecto trata de la construcción del camino Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km ubicado en el estado de Yucatán; es importante mencionar, que la construcción se realizará siguiendo la trayectoria más corta entre ambas localidades, además de requerir la apertura de un tramo nuevo, se ocupará parte de la infraestructura vial existente en las localidades de Chemax y Chechmil con el objetivo de cumplir con el objetivo del proyecto y alcanzar las especificaciones de una carretera tipo D, por lo que se afectará vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, pastizal cultivado, agricultura de temporal anual y asentamientos humanos, por lo que, se consideró la necesidad de la presentación del estudio de Manifestación de Impacto Ambiental

modalidad Regional ya que, el proyecto requerirá la apertura del trazo para brindar seguridad y alcanzar las especificaciones técnicas de la SICT.

De acuerdo con las especificaciones técnicas de la Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT) se pretende la construcción de una carretera tipo D con una carpeta asfáltica, cabe especificar, que el proyecto en parte ocupara parte de los caminos existentes minimizando el impacto al medio ambiente; por otra parte el proyecto cuenta con la aceptación social ya que con un camino en mejores condiciones les favorecería el traslado de bienes y servicios mejorando el desarrollo socioeconómico de la región.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto en cuestión corresponde a un proyecto sustentable siendo cuidadoso con en medio ambiente, que a su vez es socialmente aceptable y económicamente viable. Además de que la promovente se encuentra en la mejor disposición conservar el medio ambiente mediante una serie de medidas de mitigación propuestas en este estudio, así como las medidas que la autoridad correspondiente consideré, y que estén al alcance del proyecto.

I.2 Nombre del proyecto

El proyecto para el cual la Secretaría de Infraestructura de Comunicaciones y Transportes Centro SICT Yucatán solicita la Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional es:

Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

sin embargo, para cuestiones prácticas en el presente documento se hará referencia al nombre oficial del contrato como: Proyecto.

I.3 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Chemax en la península de Yucatán; el proyecto inicia en la cabecera municipal de Chemax, donde se ubica en km 0+000 hasta la localidad de Chechmil donde se ubica el km 12+927.76, cabe mencionar, que la trayectoria del camino sigue en parte los caminos existentes, pero en su mayoría se trata de la apertura del camino, esta apertura se lleva a cabo en terrenos agrícolas, áreas de pastoreo y en áreas con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Tabla I.1 Coordenadas de ubicación del inicio y final del proyecto.

Coordenadas UTM (WGS84)				
Estación	KM	Zona	X	y
Inicio	0+000	16 Q	402284	2284800
Final	12+927.76	16 Q	399635	2297310

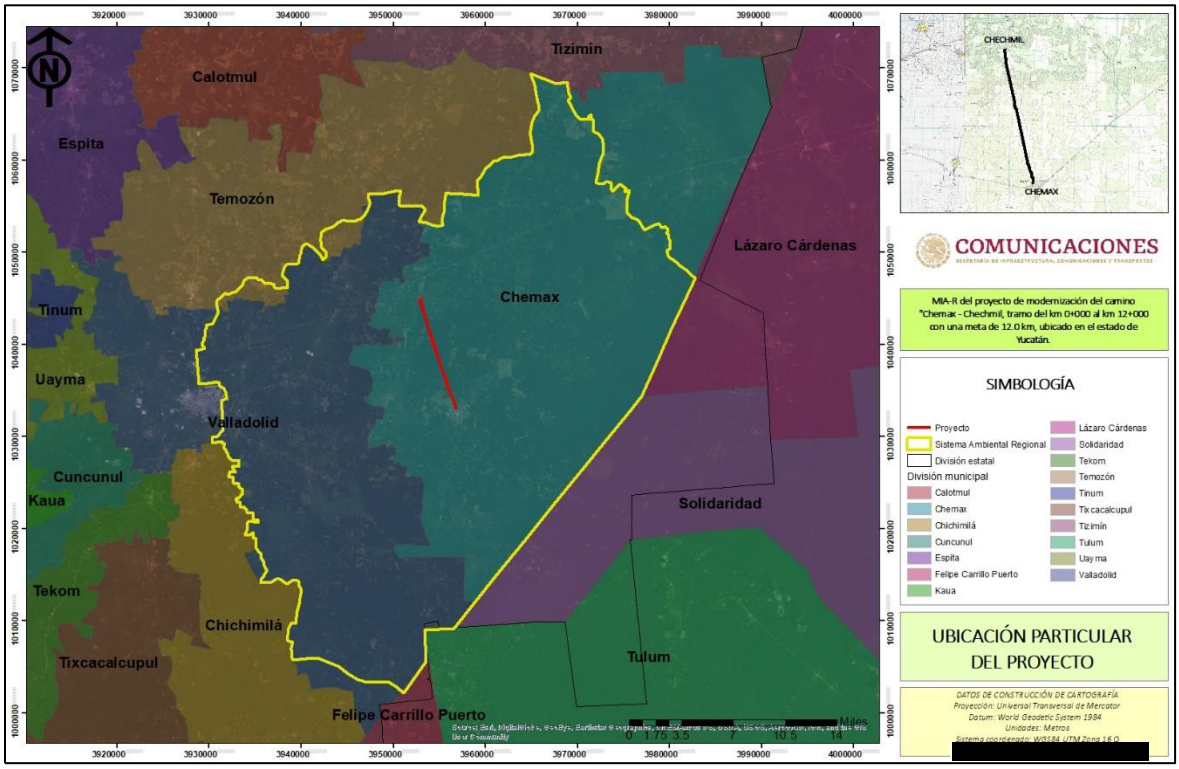


Figura I.1 Ubicación regional del proyecto.



Figura I.2 Fotografías del inicio y final del proyecto.

I.4 Duración del proyecto

El proyecto de acuerdo con la secretaria técnica del Centro SICT Yucatán tendrá una duración de ejecución de 60 meses a partir de la emisión de la autorización de impacto ambiental. Cabe mencionar, que el inicio de las actividades de modernización del proyecto se encuentra en función de la obtención de las autorizaciones ambientales y civiles para el desarrollo del proyecto de manera amigable con el medio ambiente y sin causar descontento social entre los pobladores de las localidades involucradas en la trayectoria del proyecto.

Tabla I.2 Programa general de actividades de ejecución del proyecto.

Etapa de construcción	Actividades	1 año previo			Duración de la modernización del proyecto									
		Cuatrimestre			Semestre									
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estudios ambientales	Estudios de campo	X												
	Elaboración de impacto ambiental	X	X											
	Autorización ambiental			X										
Preparación del sitio	Desmonte				X	X								
	Despalme				X	X	X							
Cortes y terraplenes	Cortes					X	X	X						
	Formación y compactación de terraplenes							X	X	X				
Construcción de obras de drenaje	Excavación para estructuras de drenaje									X	X			
	Colocación de aleros y mampostería para estructura menor									X	X			
	Colocación de las losas y tubos.									X	X			
	Relleno de las excavaciones para las estructuras de drenaje										X			
	Construcción de obras complementarias de drenaje cunetas y bordillos										X			
Terracerías	Compactaciones del terreno natural							X	X	X				
	Formación y compactación de terraplenes								X	X				
	Mezclado, tendido y compactado de la base y sub-base									X	X			
Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica	Mezclado, tendido de la carpeta asfáltica										X	X		
Señalamiento	Pintado de líneas centrales y laterales de la calzada											X	X	
	Colocación de letreros y señalamientos												X	X

I.5 Datos generales del promovente

I.5.1 Nombre o razón social

Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes Centro SICT Yucatán.

I.5.2 Registro **Federal de Contribuyente del promovente**

RFC del Centro SICT Yucatán: SCT0603061Z4

I.5.3 Nombre y cargo del representante legal

Director general del Centro SICT Yucatán

Ing. Luis Manuel Pimentel Miranda

I.5.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle 35 Km. 2.5 Carretera Chichi Suárez, 148, Col. Petcanche, C.P. 97145, Mérida, Yucatán.

I.5.5 Nombre del responsable técnico

Biol. Pedro Armando Molina Garduño

Cedula profesional. 10151722

I.5.5.1 Participantes en la elaboración del documento

Biol. Laura Gabriela García Becerril

Ing. Forestal Creta De Gante Ramírez

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO II

Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

Tabla de contenido

II.1 Información general del proyecto 2
II.1.1 Naturaleza del proyecto 2
II.1.2 Justificación 3
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 4
II.1.4 Inversión requerida 8
II.2 Características particulares del proyecto 8
II.2.1 Uso de suelo y vegetación a las colindancias del proyecto 9
II.2.2 Superficies requeridas por el proyecto 11
II.2.3 Superficies de afectación 13
II.3 Programa de trabajo 28
II.4 Etapas del proyecto 29
II.4.1 Preparación del sitio y construcción 29
II.4.2 Operación y mantenimiento 36
II.4.2.1 Conservación rutinaria 38
II.4.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 41
II.5 Residuos 42
II.5.1 Generación de gases de efecto invernadero 42
II.5.1.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero 43
II.5.1.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros. 43

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

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un camino entre las localidades de Chemax (km 0+000) y Chechmil (km 12+927.76) con características de una carretera tipo D pavimentada, cabe mencionar, que el proyecto se desarrollará en parte en la infraestructura vial existente, superficies agrícolas, pecuarias y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

El proyecto carretero tendrá una longitud de 12.927.76 km y cumplirá con las características técnicas de un camino tipo D, con un ancho de corona de 7.0 metros, 6.0 metros de calzada (3.0 metros para cada sentido de circulación) y 0.5 metros de acotamientos, una pendiente gobernadora de 8.0%, una curvatura máxima de 40° y una velocidad promedio de 30 - 40 km/hr; cabe mencionar, que la construcción del proyecto se ubica dentro de las zonas urbanas de las localidades y vegetación forestal (vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia) de Chemax y Chechmil.

La construcción de este nuevo tramo carretero es un proyecto integral que pretende mejorar la comunicación entre las localidades de Chemax y Chechmil, ya que actualmente no se cuenta con una vía de comunicación entre ambas localidades y mejorar la conectividad hacia los polos de desarrollo económico de manera segura y rápida. Así mismo, se pretende mejorar el estilo de vida de los habitantes de estas localidades, haciendo más fácil el acceso de materias primas que satisfagan las necesidades básicas de los pobladores, además de contar con una vía de comunicación que les permita el traslado más seguro y rápido de personas, productos, bienes y servicios.

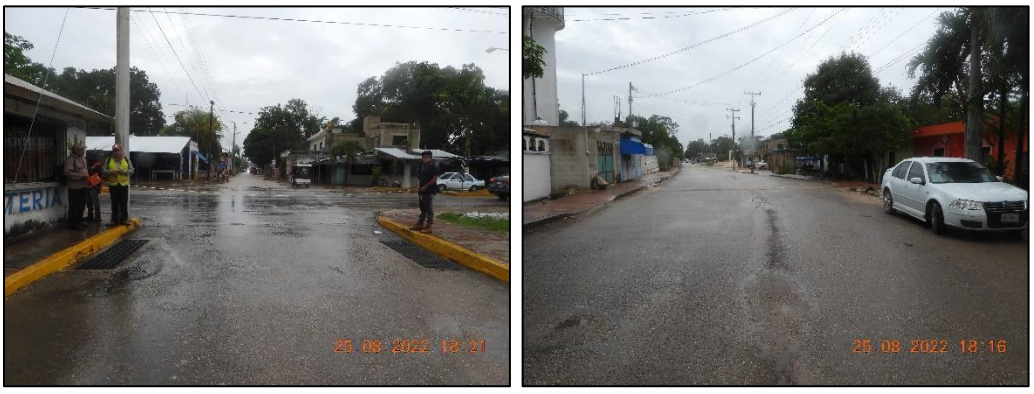


Figura II.1 Punto de inicio del tramo a modernizar (KM 0+000).



Figura II.2 Punto de término del camino a modernizar (KM 12+927.76).

La región de la península de Yucatán (específicamente el estado de Yucatán) cuentan con numerosos sitios de ecoturismo y desarrollo tecnificado de las actividades agropecuarias, pero la falta de vías de comunicación a limitado el desarrollo de estos proyectos y a su vez el desarrollo económico de la región; por lo que al contar con una vía de comunicación segura y en excelentes condiciones de tránsito, se favorecerá el desarrollo de proyectos productivos en la región y que generarán mayores ingresos a las localidades de Chemax y Chechmil, así como localidades cercanas, y por consecuencia la reducción del rezago social que actualmente vive la región.

La construcción de este tramo carretero requiere la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, de acuerdo con lo establecido en el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y 5to inciso (B) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del impacto ambiental (LGEEPA. 2003).

II.1.2 Justificación

La construcción de este tramo carretero es indispensable para los pobladores de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que actualmente, no se cuenta con una vía de comunicación, lo cual lo ha limitado considerablemente en cuanto a desarrollo social y económico; además las vías de comunicación existentes para llegar a la localidad de Chechmil, se encuentran en mal estado y la distancia entre ambas localidades es más del cuádruple que con la propuesta del proyecto. La dificultad de tránsito entre las localidades ubicadas en la trayectoria del proyecto, además, los puntos de desarrollo económico, como lo son, las actividades del sector turístico y de servicios (hoteles, zonas arqueológicas, cenotes, reservas naturales, restaurantes, etc.) se encuentran a distancias muy lejanas, por lo cual el costo y tiempo es demasiado; actualmente los sitios de desarrollo y construcción de la infraestructura del Tren Maya, las cuales brindan opciones de trabajo para las localidades cercanas se encuentra a distancias muy lejanas, por lo cual los pobladores de dichas localidades no es una opción viable; por lo que al contar con una vía de comunicación que haga el transito más rápido y sencillo, de las localidades de Chemax y Chechmil hacia los

puntos de desarrollo económico, se potencializará el crecimiento socioeconómico y nivel de vida de los pobladores de Chemax y Chechmil, así como de localidades cercanas.

El proyecto se encuentra dentro de los planes de desarrollo integral para potencializar el crecimiento económico del sureste de la república mexicana, en este caso del estado de Yucatán, que proporcionará el funcionamiento del Tren Maya y el cual permitirá el flujo de visitantes que podrán desplazarse a los sitios de interés natural y arqueológico, por medio de vías de comunicación que cumplan con las condiciones técnicas y de seguridad actualizadas.

El proyecto propone la apertura del camino entre la localidades de Chemax y Chechmil, afectando vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, así como áreas agrícolas, pecuarias y en parte, ocupar la infraestructura vial existente, por lo que se reduce significativamente la afectación a la cobertura forestal, reduciendo el impacto en los sitios de desplazamiento de fauna silvestre, disminuyendo la perdida de suelo y reduciendo la disminución de la infiltración, además la implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación, la afectación al factor biótico será mínima.



Figura II.3 Vista de las condiciones actuales del camino Chemax - Chechmil.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto inicia en el km 0+000 que se ubica en la cabecera municipal de Chemax y terminando en el km 12+927.76 en la localidad de Chechmil, todo el proyecto se ubica dentro

del municipio de Chemax en el estado de Yucatán; el proyecto tiene una longitud de 12+927.76 km; el proyecto considera ocupar la infraestructura vial existente, así como afectar áreas agrícolas, pecuarias y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Tabla II.1 Coordenadas UTM de ubicación del inicio y fin del proyecto.

Estación	Coordenadas UTM			Longitud
	Zona	X	Y	
0+000	16 Q	402284	2284800	12+927.76 km
12+927.76	16 Q	399635	2297310	

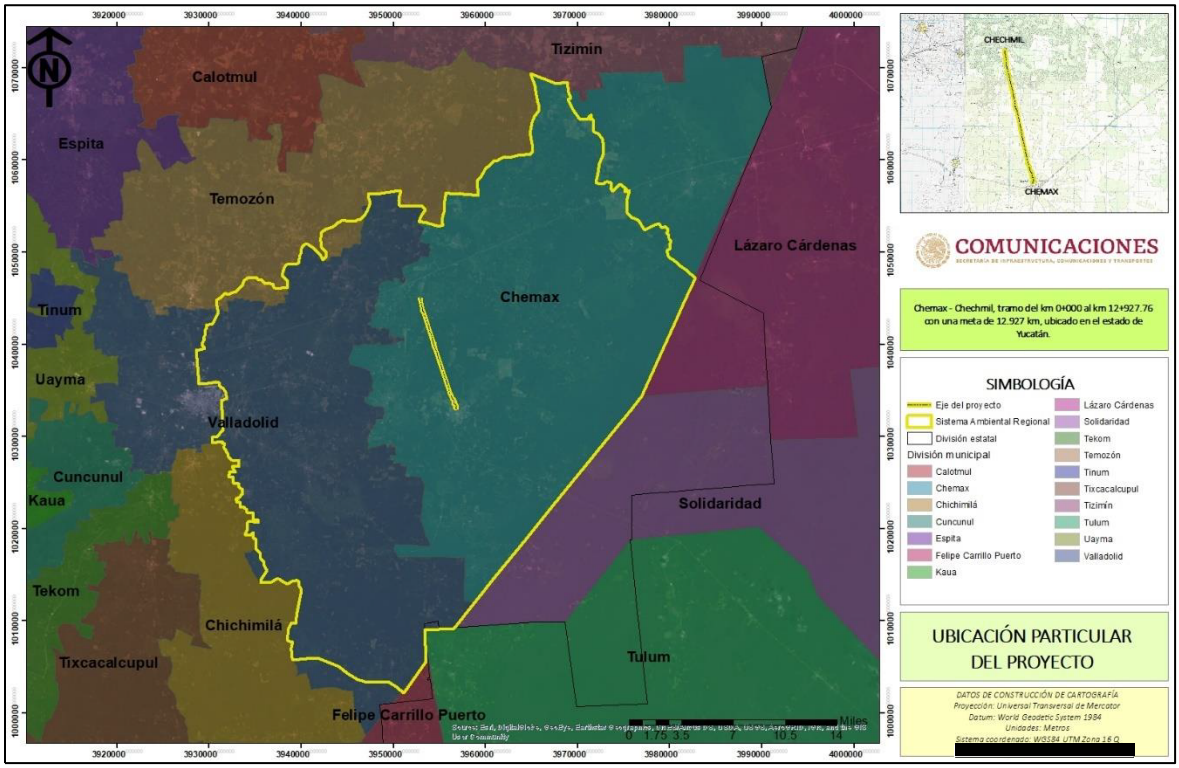


Figura II.4 Ubicación particular del proyecto.

Tabla II.2 Coordenadas UTM del proyecto cada 200 metros.

Coordenadas UTM (WGS84)			
KM	Zona	X	Y
0+000	16 Q	402284	2284800
0+200	16 Q	402275	2285000
0+400	16 Q	402302	2285197
0+600	16 Q	402295	2285396
0+800	16 Q	402159	2285495
1+000	16 Q	402187	2285692
1+200	16 Q	402121	2285879
1+400	16 Q	402032	2286058

Coordenadas UTM (WGS84)			
KM	Zona	X	Y
1+600	16 Q	401959	2286245
1+800	16 Q	401898	2286436
2+000	16 Q	401837	2286628
2+200	16 Q	401783	2286821
2+400	16 Q	401740	2287017
2+600	16 Q	401697	2287213
2+800	16 Q	401654	2287409
3+000	16 Q	401611	2287605
3+200	16 Q	401568	2287801
3+400	16 Q	401525	2287998
3+600	16 Q	401482	2288194
3+800	16 Q	401439	2288390
4+000	16 Q	401396	2288586
4+200	16 Q	401353	2288782
4+400	16 Q	401310	2288978
4+600	16 Q	401267	2289174
4+800	16 Q	401224	2289371
5+000	16 Q	401181	2289567
5+200	16 Q	401138	2289763
5+400	16 Q	401095	2289959
5+600	16 Q	401052	2290155
5+800	16 Q	401009	2290351
6+000	16 Q	400966	2290547
6+200	16 Q	400923	2290744
6+400	16 Q	400880	2290940
6+600	16 Q	400837	2291136
6+800	16 Q	400794	2291332
7+000	16 Q	400751	2291528
7+200	16 Q	400708	2291724
7+400	16 Q	400647	2291915
7+600	16 Q	400602	2292109
7+800	16 Q	400580	2292308
8+000	16 Q	400537	2292504
8+200	16 Q	400494	2292700
8+400	16 Q	400451	2292897
8+600	16 Q	400409	2293093
8+800	16 Q	400366	2293289
9+000	16 Q	400323	2293485
9+200	16 Q	400280	2293681

Coordenadas UTM (WGS84)			
KM	Zona	X	Y
9+400	16 Q	400237	2293877
9+600	16 Q	400194	2294073
9+800	16 Q	400151	2294270
10+000	16 Q	400108	2294466
10+200	16 Q	400065	2294662
10+400	16 Q	400022	2294858
10+600	16 Q	399979	2295054
10+800	16 Q	399936	2295250
11+000	16 Q	399893	2295447
11+200	16 Q	399850	2295643
11+400	16 Q	399807	2295839
11+600	16 Q	399773	2296037
11+800	16 Q	399749	2296236
12+000	16 Q	399725	2296435
12+200	16 Q	399700	2296635
12+400	16 Q	399676	2296834
12+600	16 Q	399652	2297033
12+800	16 Q	399635	2297233
12+927.76	16 Q	399635	2297310

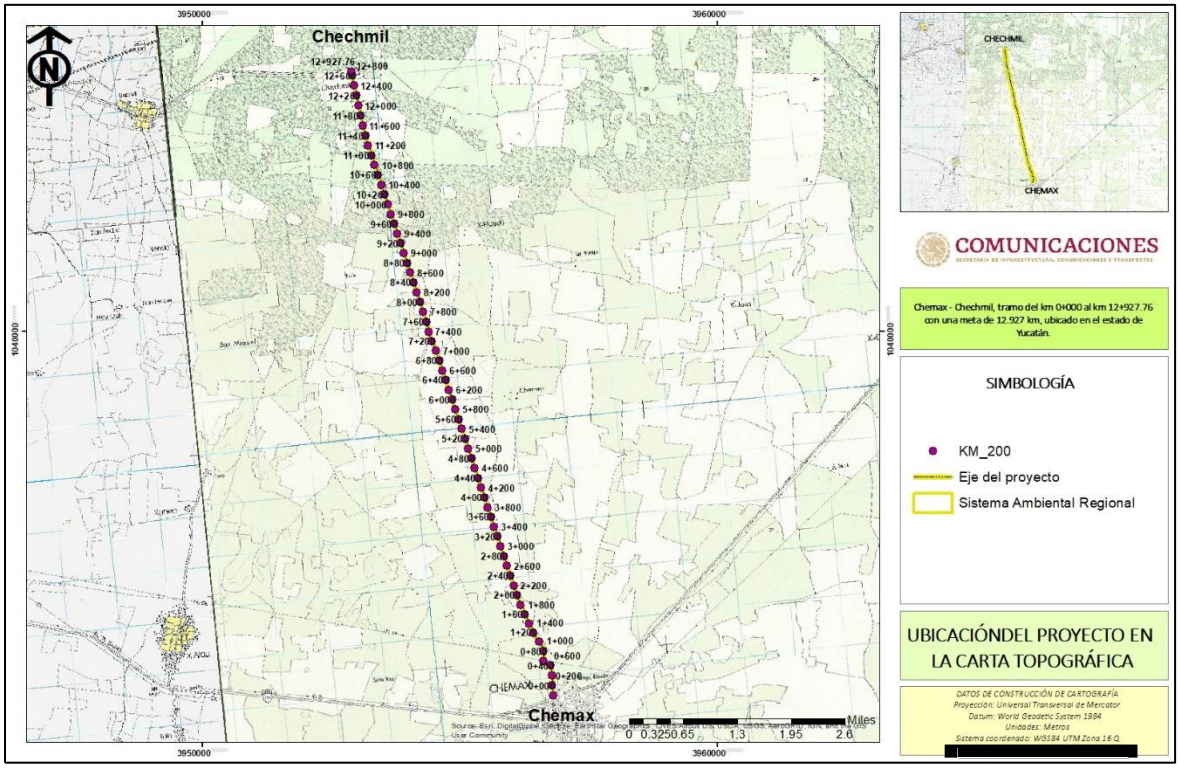


Figura II.5 Ubicación del proyecto en la carta topográfica F15D79.

II.1.4 Inversión requerida

El proyecto de construcción del proyecto contempla una inversión para la ejecución del proyecto de **$ 40,285,651.90 MN** (Cuarenta millones doscientos ochenta y cinco mil seiscientos cincuenta y uno 90/100 MN) de acuerdo la estimación realizada por la oficina técnica del Centro SICT Yucatán y en la cual se contempla la implementación de las obras de prevención, mitigación y compensación que evitarán el decremento de la calidad ambiental de la zona del proyecto.

Tabla II.3 Desglose de la inversión requerida para el desarrollo del proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Total
$17,790,418.23	$15,550,008.76	Las actividades de operación y mantenimiento se asignan cada año y se encuentran a consideración del Centro SICT Yucatán.	El proyecto no contempla el abandono del sitio, ya que se trata de una vía de comunicación que constantemente recibirá mantenimiento. En el caso de las obras provisionales, el abandono y restauración de dichas áreas se encuentra considerado dentro de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para el proyecto.	$6,945,224.91	**$40,285,651.90**

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto de construcción de una carretera tipo D con 6.0 metros de ancho de calzada, 7.0 metros de ancho de corona y acotamientos de 0.50 metros a cada lado, de acuerdo a la normatividad de servicios técnicos de la Secretaría de Infraestructura de Comunicaciones y Transportes (SICT), el proyecto tendrá una longitud de 12.729 km, con una pendiente

gobernadora de 8.0%, una curvatura máxima de 60 % y una velocidad promedio de 30 - 40 km/hr para todo el tramo.

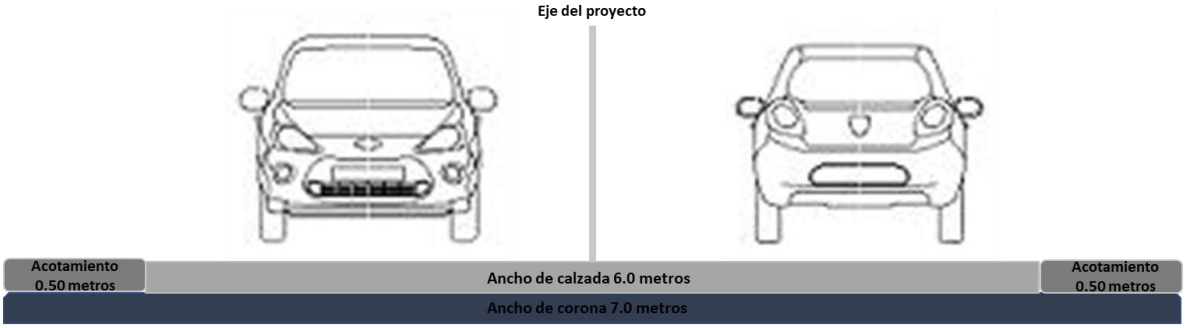


Figura II.6 Sección tipo propuesta para el proyecto.

Tabla II.4 Características geométricas del proyecto.

Concepto	Camino actual (Terracería)	Proyecto (carretera tipo D)
Longitud del proyecto	2.780 km	12.927 km
Diseño tipo	Terracería	D
Velocidad del proyecto	Menor a 10 km/h	30 - 40 Km/h
Derecho de vía	Inexistente	40.0 m
Ancho de corona	Inexistente	7.0 m
Ancho de calzada	Inexistente	6.0 m
Ancho de acotamientos	Inexistente	0.50 m
Espesor de sub-base más base	Inexistente	0.25 m
Curvatura máxima	Inexistente	60 %
Pendiente máxima	Inexistente	12 %
Pendiente gobernadora	Inexistente	8 %

Como se ha mencionado, el proyecto pretende construcción del camino que une a las localidades de Chemax y Chechmil, para llevar a cabo el proyecto se requiere afectar áreas agrícolas, pecuarias, vías actuales de comunicación (calles) y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

II.2.1 Uso de suelo y vegetación a las colindancias del proyecto

De acuerdo INEGI se registran 4 usos de suelo y vegetación en base a la serie VII, los cuales son; asentamientos humanos (AH), agricultura de temporal (TA), vegetación secundaria de selva mediana caducifolia (Vs/SMC), pastizal cultivado (PC), sin embargo, durante los trabajos de campo realizados en la zona del proyecto, se identificó que en las colindancias del proyecto se presentan 3 tipos de uso de suelo y vegetación, (1) Vegetación secundaria forestal de selva mediana subcaducifolia (Vs/SMSc), agricultura de temporal anual (TA) y asentamientos humanos (AH) que corresponde a los caminos existentes, pertenecientes a

las localidades de Chemax y Chechmil. A continuación, se describe el uso de suelo y vegetación del eje del camino de acuerdo al cadenamiento reportado en campo.

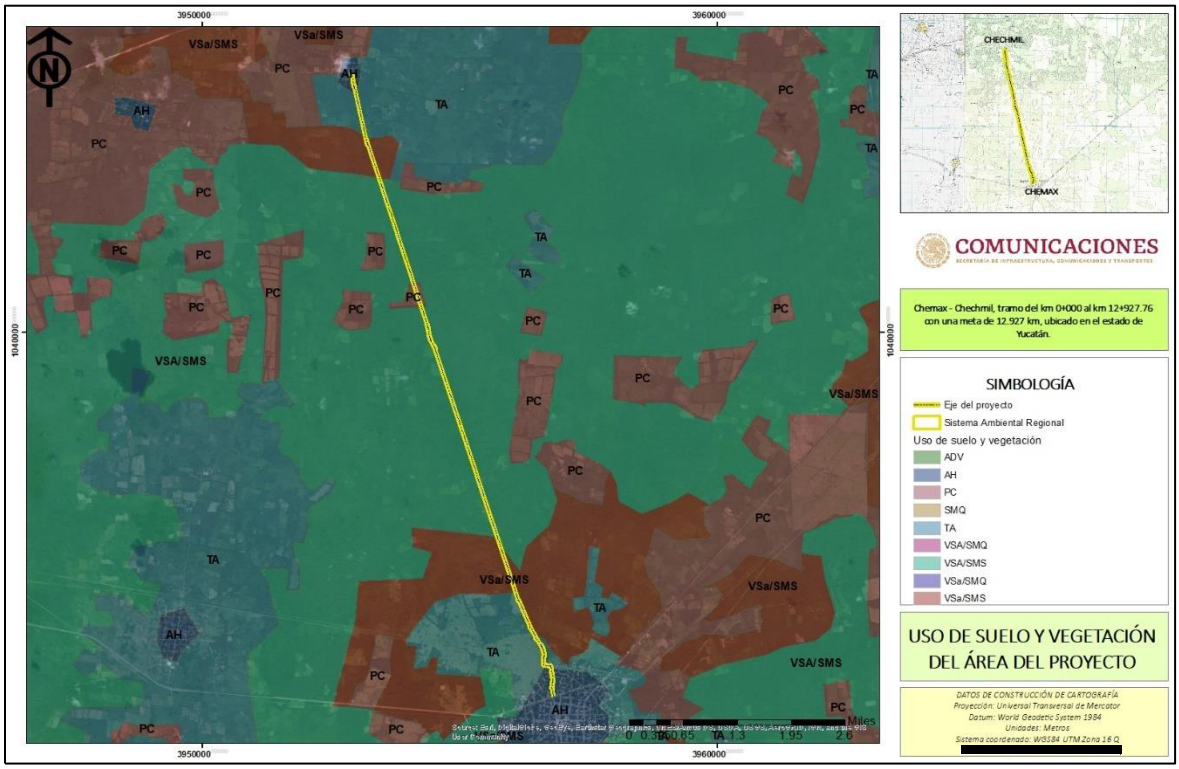


Figura II.7 Uso de suelo y vegetación de acuerdo a INEGI (serie VII) a las colindancias del proyecto.

Tabla II.5 Uso de suelo y vegetación a las colindancias del proyecto de acuerdo a los trabajos de campo.

Del km	Al km	Uso de suelo y vegetación	Descripción
0+000	0+981	No forestal	Camino existente
0+981	1+052	Forestal	Vs/SMSp
1+052	1+221	No forestal	Camino existente
1+221	1+400	Forestal	Vs/SMSp
1+400	1+526	No forestal	Camino existente
1+526	1+620	Forestal	Vs/SMSp
1+620	1+631	No forestal	Camino existente
1+631	1+815	Forestal	Vs/SMSp
1+820	1+840	No forestal	Camino existente
1+840	2+072	Forestal	Vs/SMSp
2+072	2+295	No forestal	Camino existente
2+295	2+352	Forestal	Vs/SMSp
2+352	2+361	No forestal	Camino existente
2+361	3+939	Forestal	Vs/SMSp
3+939	4+113	No forestal	Agrícola
4+113	6+719	Forestal	Vs/SMSp

Del km	Al km	Uso de suelo y vegetación	Descripción
6+719	6+842	No forestal	Agrícola
6+842	7+212	Forestal	Vs/SMSp
7+212	7+258	No forestal	Pecuario
7+258	8+175	Forestal	Vs/SMSp
8+175	8+276	No forestal	Agrícola
8+276	8+318	Forestal	Vs/SMSp
8+318	8+893	No forestal	Agrícola
8+893	11+610	Forestal	Vs/SMSp
11+610	11+760	No forestal	Agrícola
11+760	12+389	Forestal	Vs/SMSp
12+389	12+927.76	No forestal	Camino existente

II.2.2 Superficies requeridas por el proyecto

El derecho de vía (DDV) se describe como; "*Franja de terreno de restricción federal o estatal que corre paralela a ambos lados de una vía de comunicación y que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de la vía de comunicación*",(REGLAMENTO PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VIA DE CARRETERAS ESTATALES Y ZONAS LATERALES, *15/07/16*); el proyecto se desarrolla dentro de un derecho de vía (DDV) de 40 metros, 20 metros a cada lado del eje del proyecto, cabe mencionar, que el proyecto afectará predios de carácter ejidal (Chechmil y Chemax) y predios particulares, por lo que es importante mencionar, que se cuenta con la aprobación de los ejidatarios y propietarios de los predios afectados por el proyecto.

Figura II.6 Superficies requeridas por el proyecto.

Superficies			Superficie (ha)	Porcentaje respecto al DDV
Superficie que ocupará el proyecto (carretera tipo D)			**9.05 Ha.**	**17.64 %**
Superficie del Derecho de Vía del proyecto	Superficie de línea de ceros del proyecto	Superficie de rodamiento actual que se aprovechará	0.72 Ha.	1.40 %
		Superficie adicional requerida	14.01 Ha.	27.32 %
		Total línea de ceros	**14.73 Ha.**	**28.72 %**
	Superficie fuera de la línea de ceros (superficie sin afectación)		36.56 Ha	71.29 %
	Total Derecho de Vía del proyecto		**51.29 Ha**	**100 %**

Figura II.7 Distribución de las superficies de la línea de ceros (LC).

Línea de ceros	Uso de suelo y vegetación		Área (ha)	Porcentaje
LC 10.85 hectáreas	Vegetación forestal	Vegetación secundaria de selva mediana caducifolia	11.67 Ha.	22.75 %
		Superficie total forestal de la LC	**11.67 Ha.**	**22.75 %**
	No forestal	Áreas agrícolas y pecuarias	2.34 Ha.	4.57 %

Línea de ceros	Uso de suelo y vegetación		Área (ha)	Porcentaje
		Superficie de camino existente	0.72 Ha.	1.40 %
		Superficie total No forestal de la LC	**14.73 Ha.**	**28.72 %**
Restante de DDV sin afectación			36.56 Ha.	71.29 %
DDV	Total		51.29 Ha.	100 %

El proyecto tiene un área de **derecho de vía de 51.29 ha**, de las cuales **14.73 ha** corresponden a **línea de ceros**, de esa superficie **11.67 ha son de afectación forestal**, **2.34 ha** son de **afectación agrícola** y la superficie del **camino actual** que se aprovechará es de **0.72 ha** y finalmente la superficie que ocupará el **cuerpo carretero** (ancho de corona y calzada) será de **9.05 ha**, por lo que se respetarán (área sin afectación) **36.56 ha** del restante del **derecho de vía**.



Figura II.8 Vista de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia presente en el área del proyecto.



Figura II.9 Vista del camino existente (calles) que será utilizado en la construcción del proyecto.



Figura II.10 Vista de las áreas agrícolas presentes en la trayectoria del proyecto.



Figura II.11 Vista de las zonas urbanas ubicadas a las orillas del proyecto.

II.2.3 Superficies de afectación

Como se mencionó en el numeral anterior, el proyecto requiere de 14.73 hectáreas de línea de ceros (LC), de las cuales, 2.34 hectáreas son de uso agrícola, 0.72 hectáreas corresponden al actual camino y 11.67 hectáreas corresponden a la afectación de vegetación forestal correspondiente a las comunidades secundarias de selva mediana subcaducifolia, la cual presenta un importante grado de perturbación, ya que la vegetación forestal se ha regenerado con especies indicadoras de perturbación a causa del abandono de los predios agrícolas. De acuerdo a la afectación forestal, esta se encuentra dividida en 13 polígonos, con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, por lo que a continuación, se presenta la superficie de cada polígono y las coordenadas de los vértices de los mismos.

Tabla II.8 Superficie de cada polígono de afectación forestal.

Polígono	Superficie (hectáreas)	Tipo de vegetación
1	0.06	Vs/SMSc
2	0.11	Vs/SMSc
3	0.04	Vs/SMSc
4	0.19	Vs/SMSc
5	0.20	Vs/SMSc

6	0.03	Vs/SMSc
7	1.78	Vs/SMSc
8	3.18	Vs/SMSc
9	0.49	Vs/SMSc
10	1.10	Vs/SMSc
11	0.06	Vs/SMSc
12	3.63	Vs/SMSc
13	0.77	Vs/SMSc
Superficie total	11.67	Vs/SMSc

Tabla II.9 Coordenadas de los vértices del polígono 1 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	402194	2285659	15	16 Q	402186	2285742
2	16 Q	402185	2285687	16	16 Q	402187	2285737
3	16 Q	402182	2285705	17	16 Q	402187	2285734
4	16 Q	402182	2285715	18	16 Q	402188	2285732
5	16 Q	402181	2285733	19	16 Q	402188	2285723
6	16 Q	402180	2285749	20	16 Q	402190	2285710
7	16 Q	402179	2285764	21	16 Q	402191	2285695
8	16 Q	402180	2285773	22	16 Q	402191	2285691
9	16 Q	402180	2285773	23	16 Q	402192	2285688
10	16 Q	402181	2285771	24	16 Q	402192	2285680
11	16 Q	402181	2285769	25	16 Q	402193	2285674
12	16 Q	402184	2285759	26	16 Q	402193	2285668
13	16 Q	402184	2285754	27	16 Q	402194	2285659
14	16 Q	402185	2285750				

Tabla II.10 Coordenadas de los vértices del polígono 2 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	402049	2286015	19	16 Q	402107	2285914
2	16 Q	402040	2286049	20	16 Q	402108	2285913
3	16 Q	402043	2286042	21	16 Q	402118	2285897
4	16 Q	402048	2286031	22	16 Q	402124	2285887
5	16 Q	402051	2286023	23	16 Q	402129	2285878
6	16 Q	402054	2286015	24	16 Q	402135	2285869
7	16 Q	402056	2286011	25	16 Q	402139	2285862
8	16 Q	402058	2286006	26	16 Q	402143	2285856
9	16 Q	402068	2285986	27	16 Q	402154	2285839
10	16 Q	402071	2285978	28	16 Q	402156	2285836
11	16 Q	402075	2285970	29	16 Q	402141	2285854

12	16 Q	402077	2285966	30	16 Q	402127	2285876
13	16 Q	402081	2285957	31	16 Q	402118	2285888
14	16 Q	402088	2285946	32	16 Q	402101	2285910
15	16 Q	402093	2285936	33	16 Q	402089	2285931
16	16 Q	402102	2285922	34	16 Q	402080	2285943
17	16 Q	402105	2285918	35	16 Q	402064	2285977
18	16 Q	402107	2285914	36	16 Q	402049	2286015

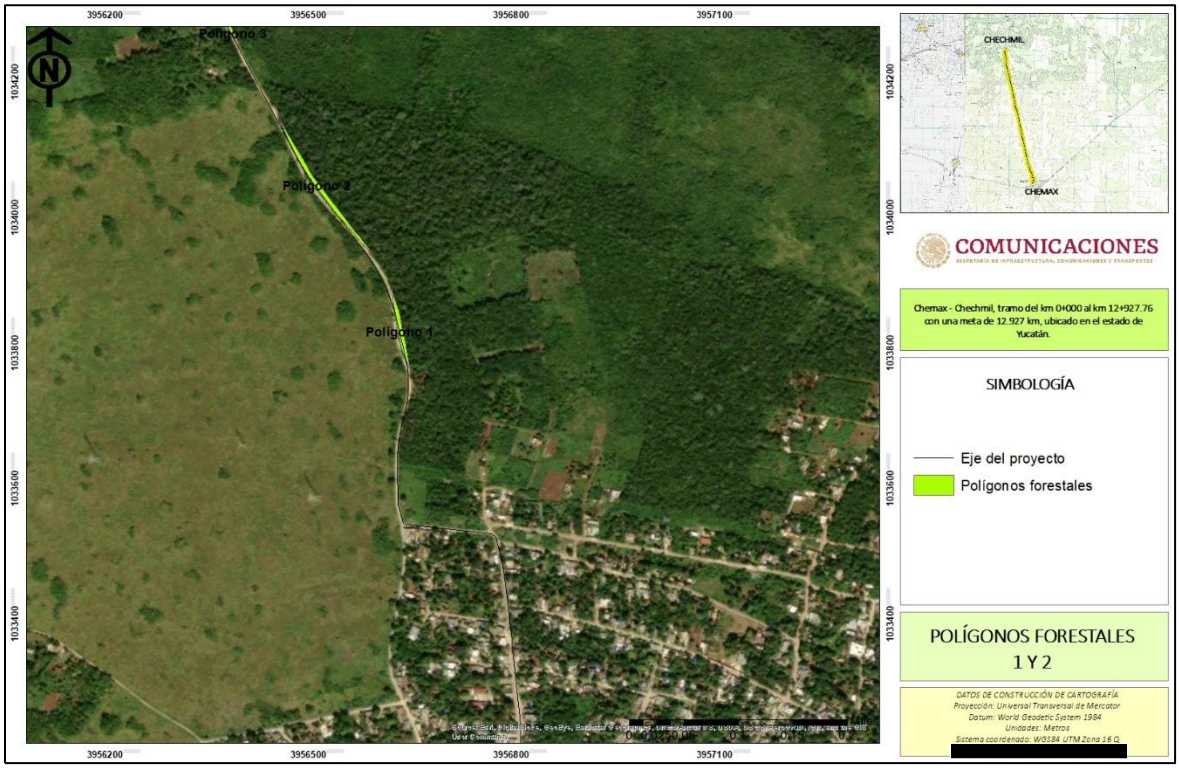


Figura II.12 Ubicación de los polígonos forestales 1 y 2 del proyecto.

Tabla II.11 Coordenadas de los vértices del polígono 3 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401995	2286157	9	16 Q	401969	2286231
2	16 Q	401981	2286183	10	16 Q	401972	2286221
3	16 Q	401967	2286218	11	16 Q	401975	2286213
4	16 Q	401962	2286239	12	16 Q	401978	2286203
5	16 Q	401956	2286267	13	16 Q	401981	2286196
6	16 Q	401958	2286261	14	16 Q	401984	2286186
7	16 Q	401961	2286251	15	16 Q	401987	2286177
8	16 Q	401964	2286240	16	16 Q	401995	2286157

Tabla II.12 Coordenadas de los vértices del polígono 4 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401894	2286433	12	16 Q	401949	2286278
2	16 Q	401890	2286446	13	16 Q	401939	2286287
3	16 Q	401889	2286450	14	16 Q	401920	2286339
4	16 Q	401886	2286457	15	16 Q	401914	2286356
5	16 Q	401902	2286432	16	16 Q	401907	2286382
6	16 Q	401908	2286421	17	16 Q	401908	2286383
7	16 Q	401911	2286412	18	16 Q	401904	2286394
8	16 Q	401918	2286388	19	16 Q	401900	2286406
9	16 Q	401927	2286361	20	16 Q	401897	2286418
10	16 Q	401935	2286334	21	16 Q	401894	2286433
11	16 Q	401952	2286281				

Tabla II.13 Coordenadas de los vértices del polígono 5 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401900	2286445	15	16 Q	401817	2286707
2	16 Q	401873	2286510	16	16 Q	401829	2286669
3	16 Q	401862	2286535	17	16 Q	401839	2286639
4	16 Q	401854	2286555	18	16 Q	401845	2286620
5	16 Q	401853	2286559	19	16 Q	401856	2286588
6	16 Q	401851	2286565	20	16 Q	401862	2286566
7	16 Q	401848	2286572	21	16 Q	401867	2286549
8	16 Q	401844	2286588	22	16 Q	401869	2286544
9	16 Q	401840	2286610	23	16 Q	401876	2286523
10	16 Q	401834	2286628	24	16 Q	401879	2286514
11	16 Q	401826	2286651	25	16 Q	401881	2286508
12	16 Q	401819	2286673	26	16 Q	401884	2286496
13	16 Q	401815	2286700	27	16 Q	401895	2286462
14	16 Q	401816	2286710	28	16 Q	401900	2286445

Tabla II.14 Coordenadas de los vértices del polígono 6 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401759	2286931	8	16 Q	401745	2286970
2	16 Q	401765	2286916	9	16 Q	401744	2286974
3	16 Q	401756	2286917	10	16 Q	401753	2286973
4	16 Q	401753	2286929	11	16 Q	401752	2286962
5	16 Q	401750	2286946	12	16 Q	401754	2286946
6	16 Q	401748	2286958	13	16 Q	401759	2286931
7	16 Q	401746	2286969				

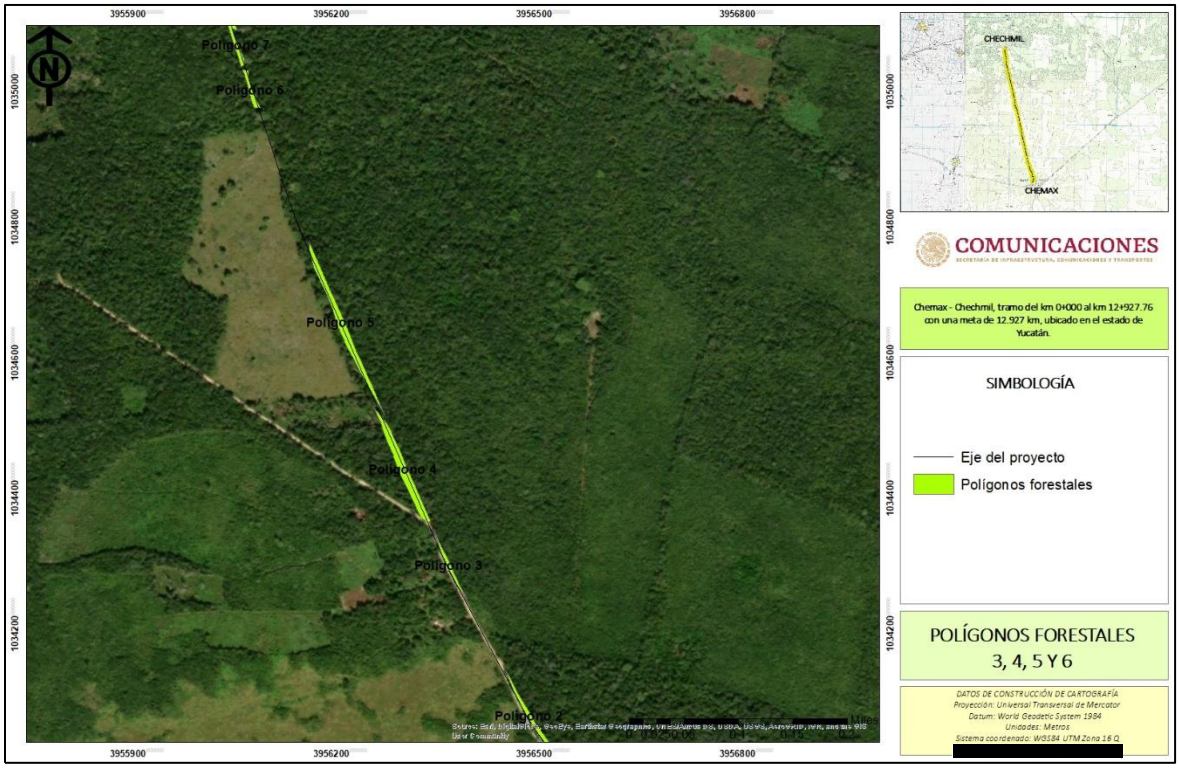


Figura II.13 Ubicación de los polígonos forestales 3, 4,5 y 6 del proyecto.

Tabla II.15 Coordenadas de los vértices del polígono 7 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401747	2286981	77	16 Q	401554	2287839	153	16 Q	401504	2288122
2	16 Q	401743	2286979	78	16 Q	401549	2287857	154	16 Q	401510	2288101
3	16 Q	401739	2286996	79	16 Q	401545	2287876	155	16 Q	401512	2288094
4	16 Q	401735	2287016	80	16 Q	401541	2287893	156	16 Q	401514	2288086
5	16 Q	401728	2287047	81	16 Q	401538	2287907	157	16 Q	401516	2288073
6	16 Q	401728	2287051	82	16 Q	401535	2287922	158	16 Q	401518	2288060
7	16 Q	401726	2287057	83	16 Q	401530	2287944	159	16 Q	401524	2288037
8	16 Q	401724	2287069	84	16 Q	401529	2287948	160	16 Q	401526	2288028
9	16 Q	401721	2287078	85	16 Q	401524	2287971	161	16 Q	401527	2288024
10	16 Q	401720	2287085	86	16 Q	401518	2287997	162	16 Q	401528	2288021
11	16 Q	401717	2287098	87	16 Q	401518	2287999	163	16 Q	401529	2288013
12	16 Q	401716	2287104	88	16 Q	401515	2288011	164	16 Q	401531	2288005
13	16 Q	401714	2287112	89	16 Q	401512	2288024	165	16 Q	401535	2287981
14	16 Q	401713	2287116	90	16 Q	401507	2288048	166	16 Q	401538	2287968
15	16 Q	401711	2287125	91	16 Q	401505	2288055	167	16 Q	401541	2287951
16	16 Q	401711	2287128	92	16 Q	401504	2288061	168	16 Q	401543	2287945
17	16 Q	401709	2287133	93	16 Q	401500	2288072	169	16 Q	401546	2287933
18	16 Q	401708	2287137	94	16 Q	401498	2288080	170	16 Q	401547	2287928
19	16 Q	401705	2287149	95	16 Q	401496	2288094	171	16 Q	401549	2287921
20	16 Q	401705	2287150	96	16 Q	401494	2288103	172	16 Q	401551	2287912

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
21	16 Q	401703	2287159	97	16 Q	401493	2288113	173	16 Q	401554	2287899
22	16 Q	401702	2287168	98	16 Q	401490	2288126	174	16 Q	401556	2287888
23	16 Q	401700	2287175	99	16 Q	401487	2288138	175	16 Q	401558	2287882
24	16 Q	401700	2287176	100	16 Q	401486	2288144	176	16 Q	401559	2287875
25	16 Q	401697	2287184	101	16 Q	401485	2288149	177	16 Q	401560	2287865
26	16 Q	401697	2287186	102	16 Q	401483	2288157	178	16 Q	401562	2287859
27	16 Q	401695	2287196	103	16 Q	401482	2288165	179	16 Q	401562	2287855
28	16 Q	401692	2287211	104	16 Q	401480	2288175	180	16 Q	401564	2287850
29	16 Q	401690	2287220	105	16 Q	401478	2288182	181	16 Q	401564	2287845
30	16 Q	401686	2287238	106	16 Q	401476	2288194	182	16 Q	401565	2287841
31	16 Q	401684	2287250	107	16 Q	401472	2288213	183	16 Q	401566	2287831
32	16 Q	401684	2287252	108	16 Q	401471	2288217	184	16 Q	401567	2287827
33	16 Q	401680	2287267	109	16 Q	401470	2288222	185	16 Q	401570	2287817
34	16 Q	401679	2287273	110	16 Q	401469	2288231	186	16 Q	401572	2287810
35	16 Q	401675	2287288	111	16 Q	401468	2288235	187	16 Q	401575	2287796
36	16 Q	401672	2287302	112	16 Q	401467	2288239	188	16 Q	401579	2287772
37	16 Q	401669	2287315	113	16 Q	401464	2288251	189	16 Q	401582	2287763
38	16 Q	401666	2287331	114	16 Q	401462	2288259	190	16 Q	401585	2287751
39	16 Q	401664	2287341	115	16 Q	401460	2288268	191	16 Q	401587	2287735
40	16 Q	401661	2287355	116	16 Q	401457	2288280	192	16 Q	401589	2287728
41	16 Q	401660	2287357	117	16 Q	401456	2288287	193	16 Q	401592	2287715
42	16 Q	401656	2287372	118	16 Q	401452	2288309	194	16 Q	401596	2287700
43	16 Q	401656	2287374	119	16 Q	401447	2288332	195	16 Q	401601	2287678
44	16 Q	401653	2287383	120	16 Q	401436	2288378	196	16 Q	401610	2287639
45	16 Q	401652	2287390	121	16 Q	401434	2288390	197	16 Q	401617	2287609
46	16 Q	401650	2287403	122	16 Q	401427	2288421	198	16 Q	401623	2287580
47	16 Q	401647	2287420	123	16 Q	401422	2288440	199	16 Q	401624	2287576
48	16 Q	401643	2287434	124	16 Q	401416	2288470	200	16 Q	401627	2287558
49	16 Q	401637	2287459	125	16 Q	401413	2288488	201	16 Q	401627	2287555
50	16 Q	401633	2287475	126	16 Q	401411	2288495	202	16 Q	401631	2287537
51	16 Q	401630	2287490	127	16 Q	401409	2288506	203	16 Q	401635	2287524
52	16 Q	401626	2287504	128	16 Q	401404	2288525	204	16 Q	401639	2287506
53	16 Q	401623	2287516	129	16 Q	401403	2288526	205	16 Q	401642	2287492
54	16 Q	401623	2287524	130	16 Q	401414	2288527	206	16 Q	401647	2287470
55	16 Q	401623	2287527	131	16 Q	401414	2288527	207	16 Q	401653	2287444
56	16 Q	401622	2287533	132	16 Q	401415	2288524	208	16 Q	401662	2287398
57	16 Q	401621	2287539	133	16 Q	401415	2288522	209	16 Q	401679	2287321
58	16 Q	401619	2287549	134	16 Q	401415	2288517	210	16 Q	401695	2287249
59	16 Q	401616	2287559	135	16 Q	401417	2288513	211	16 Q	401700	2287220
60	16 Q	401612	2287571	136	16 Q	401418	2288505	212	16 Q	401707	2287194

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
61	16 Q	401610	2287579	137	16 Q	401421	2288491	213	16 Q	401713	2287167
62	16 Q	401605	2287601	138	16 Q	401423	2288483	214	16 Q	401718	2287146
63	16 Q	401602	2287615	139	16 Q	401426	2288474	215	16 Q	401725	2287107
64	16 Q	401599	2287631	140	16 Q	401432	2288450	216	16 Q	401732	2287075
65	16 Q	401594	2287650	141	16 Q	401436	2288433	217	16 Q	401737	2287057
66	16 Q	401591	2287666	142	16 Q	401440	2288409	218	16 Q	401742	2287035
67	16 Q	401588	2287676	143	16 Q	401450	2288368	219	16 Q	401735	2287036
68	16 Q	401587	2287686	144	16 Q	401455	2288341	220	16 Q	401739	2287019
69	16 Q	401583	2287706	145	16 Q	401456	2288336	221	16 Q	401743	2287009
70	16 Q	401580	2287723	146	16 Q	401462	2288310	222	16 Q	401748	2286990
71	16 Q	401575	2287746	147	16 Q	401465	2288296	223	16 Q	401747	2286981
72	16 Q	401569	2287771	148	16 Q	401472	2288263				
73	16 Q	401567	2287780	149	16 Q	401479	2288234				
74	16 Q	401564	2287795	150	16 Q	401485	2288206				
75	16 Q	401560	2287810	151	16 Q	401495	2288163				
76	16 Q	401559	2287819	152	16 Q	401500	2288141				



Figura II.14 Ubicación del polígono forestal 7 del proyecto.

Tabla II.16 Coordenadas de los vértices del polígono 8 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401378	2288698	56	16 Q	400998	2290367	111	16 Q	400977	2290533
2	16 Q	401366	2288696	57	16 Q	400996	2290385	112	16 Q	400980	2290508
3	16 Q	401362	2288716	58	16 Q	400990	2290408	113	16 Q	400992	2290456
4	16 Q	401359	2288730	59	16 Q	400982	2290441	114	16 Q	401008	2290387
5	16 Q	401355	2288746	60	16 Q	400979	2290460	115	16 Q	401011	2290374
6	16 Q	401346	2288786	61	16 Q	400976	2290477	116	16 Q	401014	2290359
7	16 Q	401336	2288833	62	16 Q	400972	2290495	117	16 Q	401015	2290354
8	16 Q	401324	2288889	63	16 Q	400969	2290509	118	16 Q	401026	2290313
9	16 Q	401307	2288969	64	16 Q	400965	2290521	119	16 Q	401037	2290255
10	16 Q	401301	2288995	65	16 Q	400963	2290532	120	16 Q	401041	2290238
11	16 Q	401290	2289044	66	16 Q	400960	2290548	121	16 Q	401045	2290217
12	16 Q	401274	2289116	67	16 Q	400952	2290582	122	16 Q	401061	2290143
13	16 Q	401272	2289125	68	16 Q	400945	2290611	123	16 Q	401076	2290074
14	16 Q	401266	2289151	69	16 Q	400936	2290653	124	16 Q	401087	2290029
15	16 Q	401258	2289188	70	16 Q	400931	2290684	125	16 Q	401090	2290014
16	16 Q	401251	2289224	71	16 Q	400923	2290715	126	16 Q	401093	2289999
17	16 Q	401248	2289236	72	16 Q	400917	2290743	127	16 Q	401098	2289975
18	16 Q	401244	2289251	73	16 Q	400909	2290779	128	16 Q	401116	2289888
19	16 Q	401238	2289276	74	16 Q	400901	2290814	129	16 Q	401128	2289834
20	16 Q	401235	2289288	75	16 Q	400889	2290871	130	16 Q	401137	2289795
21	16 Q	401227	2289327	76	16 Q	400884	2290892	131	16 Q	401145	2289758
22	16 Q	401222	2289348	77	16 Q	400879	2290917	132	16 Q	401152	2289729
23	16 Q	401216	2289380	78	16 Q	400872	2290953	133	16 Q	401156	2289709
24	16 Q	401206	2289421	79	16 Q	400864	2290989	134	16 Q	401163	2289678
25	16 Q	401199	2289459	80	16 Q	400857	2291023	135	16 Q	401175	2289627
26	16 Q	401196	2289470	81	16 Q	400852	2291046	136	16 Q	401181	2289595
27	16 Q	401193	2289485	82	16 Q	400846	2291066	137	16 Q	401185	2289580
28	16 Q	401179	2289545	83	16 Q	400842	2291080	138	16 Q	401189	2289573
29	16 Q	401176	2289562	84	16 Q	400840	2291097	139	16 Q	401188	2289568
30	16 Q	401167	2289604	85	16 Q	400837	2291109	140	16 Q	401195	2289535
31	16 Q	401162	2289624	86	16 Q	400823	2291168	141	16 Q	401204	2289491
32	16 Q	401158	2289643	87	16 Q	400818	2291195	142	16 Q	401210	2289469
33	16 Q	401146	2289701	88	16 Q	400817	2291203	143	16 Q	401218	2289427
34	16 Q	401136	2289743	89	16 Q	400810	2291231	144	16 Q	401232	2289371
35	16 Q	401128	2289785	90	16 Q	400806	2291248	145	16 Q	401240	2289327
36	16 Q	401118	2289829	91	16 Q	400817	2291260	146	16 Q	401249	2289289
37	16 Q	401103	2289900	92	16 Q	400826	2291211	147	16 Q	401255	2289260
38	16 Q	401090	2289956	93	16 Q	400832	2291188	148	16 Q	401256	2289252
39	16 Q	401086	2289972	94	16 Q	400848	2291116	149	16 Q	401257	2289245
40	16 Q	401081	2289998	95	16 Q	400857	2291077	150	16 Q	401257	2289238

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
41	16 Q	401075	2290023	96	16 Q	400863	2291046	151	16 Q	401259	2289230
42	16 Q	401066	2290065	97	16 Q	400875	2290990	152	16 Q	401262	2289221
43	16 Q	401058	2290100	98	16 Q	400892	2290916	153	16 Q	401264	2289216
44	16 Q	401052	2290125	99	16 Q	400898	2290892	154	16 Q	401267	2289204
45	16 Q	401048	2290144	100	16 Q	400909	2290843	155	16 Q	401277	2289156
46	16 Q	401044	2290167	101	16 Q	400918	2290798	156	16 Q	401282	2289137
47	16 Q	401039	2290191	102	16 Q	400929	2290742	157	16 Q	401286	2289115
48	16 Q	401035	2290204	103	16 Q	400939	2290705	158	16 Q	401290	2289099
49	16 Q	401032	2290220	104	16 Q	400943	2290681	159	16 Q	401303	2289034
50	16 Q	401027	2290240	105	16 Q	400945	2290667	160	16 Q	401344	2288850
51	16 Q	401021	2290264	106	16 Q	400947	2290654	161	16 Q	401359	2288785
52	16 Q	401018	2290284	107	16 Q	400953	2290642	162	16 Q	401362	2288767
53	16 Q	401013	2290305	108	16 Q	400958	2290615	163	16 Q	401367	2288746
54	16 Q	401008	2290321	109	16 Q	400961	2290606	164	16 Q	401375	2288713
55	16 Q	401005	2290340	110	16 Q	400963	2290590	165	16 Q	401378	2288698

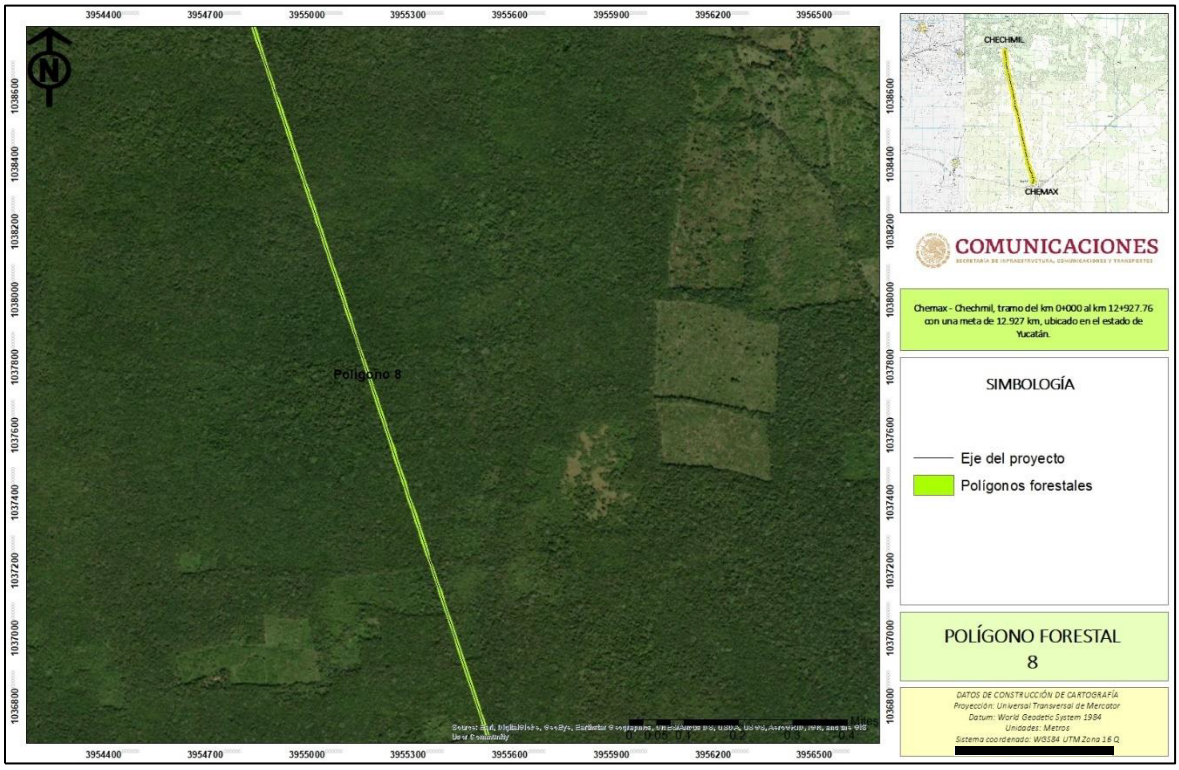


Figura II.15 Ubicación del polígono forestal 8 del proyecto.

Tabla II.17 Coordenadas de los vértices del polígono 9 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400786	2291404	21	16 Q	400709	2291686
2	16 Q	400787	2291397	22	16 Q	400704	2291709
3	16 Q	400791	2291378	23	16 Q	400703	2291718
4	16 Q	400793	2291370	24	16 Q	400701	2291734
5	16 Q	400777	2291377	25	16 Q	400699	2291737
6	16 Q	400772	2291403	26	16 Q	400710	2291737
7	16 Q	400768	2291421	27	16 Q	400711	2291734
8	16 Q	400765	2291433	28	16 Q	400718	2291711
9	16 Q	400762	2291447	29	16 Q	400729	2291663
10	16 Q	400758	2291458	30	16 Q	400740	2291606
11	16 Q	400757	2291464	31	16 Q	400746	2291580
12	16 Q	400755	2291478	32	16 Q	400751	2291561
13	16 Q	400748	2291512	33	16 Q	400755	2291539
14	16 Q	400741	2291549	34	16 Q	400762	2291509
15	16 Q	400739	2291559	35	16 Q	400769	2291483
16	16 Q	400736	2291570	36	16 Q	400774	2291464
17	16 Q	400730	2291597	37	16 Q	400777	2291453
18	16 Q	400726	2291615	38	16 Q	400782	2291420
19	16 Q	400719	2291643	39	16 Q	400786	2291404
20	16 Q	400713	2291671				

Tabla II.18 Coordenadas de los vértices del polígono 10 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400680	2291848	42	16 Q	400514	2292577
2	16 Q	400695	2291807	43	16 Q	400506	2292614
3	16 Q	400703	2291786	44	16 Q	400493	2292675
4	16 Q	400686	2291782	45	16 Q	400507	2292677
5	16 Q	400681	2291807	46	16 Q	400510	2292657
6	16 Q	400677	2291822	47	16 Q	400515	2292637
7	16 Q	400672	2291836	48	16 Q	400519	2292619
8	16 Q	400665	2291854	49	16 Q	400519	2292611
9	16 Q	400657	2291873	50	16 Q	400525	2292594
10	16 Q	400650	2291889	51	16 Q	400527	2292583
11	16 Q	400643	2291908	52	16 Q	400533	2292552
12	16 Q	400638	2291920	53	16 Q	400537	2292531
13	16 Q	400629	2291941	54	16 Q	400541	2292518
14	16 Q	400622	2291959	55	16 Q	400552	2292471
15	16 Q	400618	2291970	56	16 Q	400554	2292459
16	16 Q	400615	2291977	57	16 Q	400561	2292429

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
17	16 Q	400613	2291984	58	16 Q	400568	2292394
18	16 Q	400609	2291996	59	16 Q	400579	2292335
19	16 Q	400607	2292008	60	16 Q	400582	2292320
20	16 Q	400604	2292025	61	16 Q	400589	2292294
21	16 Q	400601	2292042	62	16 Q	400594	2292274
22	16 Q	400599	2292054	63	16 Q	400597	2292256
23	16 Q	400598	2292072	64	16 Q	400599	2292233
24	16 Q	400597	2292100	65	16 Q	400601	2292214
25	16 Q	400596	2292125	66	16 Q	400602	2292201
26	16 Q	400595	2292136	67	16 Q	400603	2292177
27	16 Q	400593	2292166	68	16 Q	400604	2292158
28	16 Q	400592	2292185	69	16 Q	400606	2292132
29	16 Q	400591	2292202	70	16 Q	400608	2292105
30	16 Q	400590	2292220	71	16 Q	400609	2292078
31	16 Q	400587	2292246	72	16 Q	400611	2292055
32	16 Q	400581	2292278	73	16 Q	400614	2292036
33	16 Q	400577	2292302	74	16 Q	400619	2292015
34	16 Q	400572	2292324	75	16 Q	400621	2292004
35	16 Q	400569	2292335	76	16 Q	400624	2291994
36	16 Q	400558	2292384	77	16 Q	400628	2291981
37	16 Q	400552	2292409	78	16 Q	400642	2291940
38	16 Q	400545	2292435	79	16 Q	400647	2291924
39	16 Q	400539	2292467	80	16 Q	400655	2291910
40	16 Q	400528	2292512	81	16 Q	400666	2291883
41	16 Q	400522	2292545	82	16 Q	400680	2291848

Tabla II.19 Coordenadas de los vértices del polígono 11 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400486	2292776	5	16 Q	400476	2292818
2	16 Q	400470	2292777	6	16 Q	400479	2292804
3	16 Q	400466	2292799	7	16 Q	400484	2292787
4	16 Q	400462	2292818	8	16 Q	400486	2292776



Figura II.16 Ubicación de los polígonos forestales 9, 10 y 11 del proyecto.

Tabla II.20 Coordenadas de los vértices del polígono 12 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400410	2293115	78	16 Q	399788	2295895
2	16 Q	400416	2293086	79	16 Q	399783	2295927
3	16 Q	400404	2293085	80	16 Q	399778	2295950
4	16 Q	400393	2293134	81	16 Q	399774	2295978
5	16 Q	400383	2293184	82	16 Q	399772	2295992
6	16 Q	400379	2293201	83	16 Q	399768	2296021
7	16 Q	400370	2293241	84	16 Q	399764	2296046
8	16 Q	400351	2293331	85	16 Q	399780	2296047
9	16 Q	400334	2293407	86	16 Q	399781	2296033
10	16 Q	400320	2293470	87	16 Q	399785	2295991
11	16 Q	400318	2293484	88	16 Q	399788	2295970
12	16 Q	400311	2293508	89	16 Q	399793	2295934
13	16 Q	400306	2293530	90	16 Q	399796	2295917
14	16 Q	400300	2293565	91	16 Q	399799	2295903
15	16 Q	400290	2293607	92	16 Q	399810	2295850
16	16 Q	400278	2293663	93	16 Q	399838	2295723
17	16 Q	400267	2293713	94	16 Q	399884	2295514
18	16 Q	400256	2293755	95	16 Q	399887	2295499
19	16 Q	400237	2293847	96	16 Q	399890	2295481

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
20	16 Q	400228	2293893	97	16 Q	399898	2295451
21	16 Q	400216	2293938	98	16 Q	399916	2295368
22	16 Q	400210	2293964	99	16 Q	399925	2295327
23	16 Q	400203	2293997	100	16 Q	399931	2295298
24	16 Q	400197	2294029	101	16 Q	399939	2295261
25	16 Q	400190	2294054	102	16 Q	399946	2295229
26	16 Q	400183	2294092	103	16 Q	399961	2295161
27	16 Q	400175	2294125	104	16 Q	399971	2295118
28	16 Q	400164	2294176	105	16 Q	399975	2295096
29	16 Q	400155	2294216	106	16 Q	399992	2295020
30	16 Q	400141	2294284	107	16 Q	400000	2294985
31	16 Q	400138	2294298	108	16 Q	400018	2294901
32	16 Q	400133	2294327	109	16 Q	400031	2294842
33	16 Q	400127	2294347	110	16 Q	400041	2294796
34	16 Q	400118	2294389	111	16 Q	400056	2294732
35	16 Q	400115	2294406	112	16 Q	400068	2294678
36	16 Q	400108	2294434	113	16 Q	400086	2294597
37	16 Q	400099	2294470	114	16 Q	400097	2294546
38	16 Q	400094	2294495	115	16 Q	400110	2294489
39	16 Q	400086	2294536	116	16 Q	400119	2294443
40	16 Q	400081	2294559	117	16 Q	400139	2294350
41	16 Q	400072	2294596	118	16 Q	400143	2294328
42	16 Q	400064	2294634	119	16 Q	400148	2294309
43	16 Q	400049	2294701	120	16 Q	400153	2294283
44	16 Q	400037	2294757	121	16 Q	400158	2294265
45	16 Q	400031	2294790	122	16 Q	400165	2294235
46	16 Q	400027	2294809	123	16 Q	400169	2294214
47	16 Q	400021	2294834	124	16 Q	400175	2294194
48	16 Q	400008	2294893	125	16 Q	400186	2294135
49	16 Q	400009	2294894	126	16 Q	400202	2294069
50	16 Q	400003	2294915	127	16 Q	400205	2294057
51	16 Q	399998	2294939	128	16 Q	400212	2294021
52	16 Q	399989	2294983	129	16 Q	400229	2293942
53	16 Q	399978	2295027	130	16 Q	400235	2293906
54	16 Q	399975	2295046	131	16 Q	400240	2293885
55	16 Q	399968	2295078	132	16 Q	400251	2293841
56	16 Q	399954	2295141	133	16 Q	400255	2293823
57	16 Q	399948	2295172	134	16 Q	400264	2293782
58	16 Q	399935	2295230	135	16 Q	400273	2293741
59	16 Q	399928	2295260	136	16 Q	400285	2293679

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
60	16 Q	399922	2295288	137	16 Q	400298	2293628
61	16 Q	399909	2295342	138	16 Q	400302	2293606
62	16 Q	399901	2295377	139	16 Q	400310	2293565
63	16 Q	399895	2295407	140	16 Q	400320	2293526
64	16 Q	399883	2295467	141	16 Q	400327	2293490
65	16 Q	399868	2295532	142	16 Q	400334	2293460
66	16 Q	399863	2295556	143	16 Q	400345	2293410
67	16 Q	399858	2295580	144	16 Q	400355	2293366
68	16 Q	399855	2295592	145	16 Q	400359	2293347
69	16 Q	399850	2295616	146	16 Q	400365	2293317
70	16 Q	399842	2295653	147	16 Q	400368	2293303
71	16 Q	399837	2295676	148	16 Q	400371	2293287
72	16 Q	399831	2295705	149	16 Q	400375	2293270
73	16 Q	399820	2295753	150	16 Q	400386	2293221
74	16 Q	399816	2295770	151	16 Q	400391	2293197
75	16 Q	399811	2295795	152	16 Q	400395	2293180
76	16 Q	399802	2295832	153	16 Q	400404	2293144
77	16 Q	399795	2295865				



Figura II.17 Ubicación del polígono forestal 12 del proyecto.

Tabla II.21 Coordenadas de los vértices del polígono 13 forestal.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400410	2293115	28	16 Q	399676	2296792
2	16 Q	399749	2296289	29	16 Q	399672	2296814
3	16 Q	399752	2296272	30	16 Q	399671	2296825
4	16 Q	399753	2296260	31	16 Q	399684	2296822
5	16 Q	399754	2296248	32	16 Q	399685	2296807
6	16 Q	399756	2296226	33	16 Q	399689	2296781
7	16 Q	399760	2296198	34	16 Q	399693	2296740
8	16 Q	399748	2296198	35	16 Q	399696	2296724
9	16 Q	399742	2296244	36	16 Q	399699	2296704
10	16 Q	399737	2296275	37	16 Q	399699	2296684
11	16 Q	399736	2296289	38	16 Q	399702	2296671
12	16 Q	399735	2296308	39	16 Q	399709	2296616
13	16 Q	399731	2296327	40	16 Q	399715	2296573
14	16 Q	399729	2296347	41	16 Q	399716	2296549
15	16 Q	399726	2296375	42	16 Q	399719	2296530
16	16 Q	399722	2296406	43	16 Q	399721	2296506
17	16 Q	399716	2296448	44	16 Q	399726	2296478
18	16 Q	399711	2296496	45	16 Q	399728	2296459
19	16 Q	399707	2296531	46	16 Q	399730	2296444
20	16 Q	399698	2296596	47	16 Q	399733	2296416
21	16 Q	399694	2296633	48	16 Q	399735	2296394
22	16 Q	399686	2296701	49	16 Q	399736	2296385
23	16 Q	399684	2296725	50	16 Q	399740	2296362
24	16 Q	399683	2296733	51	16 Q	399742	2296344
25	16 Q	399682	2296739	52	16 Q	399743	2296336
26	16 Q	399681	2296754	53	16 Q	399746	2296311
27	16 Q	399678	2296774	54	16 Q	399749	2296289

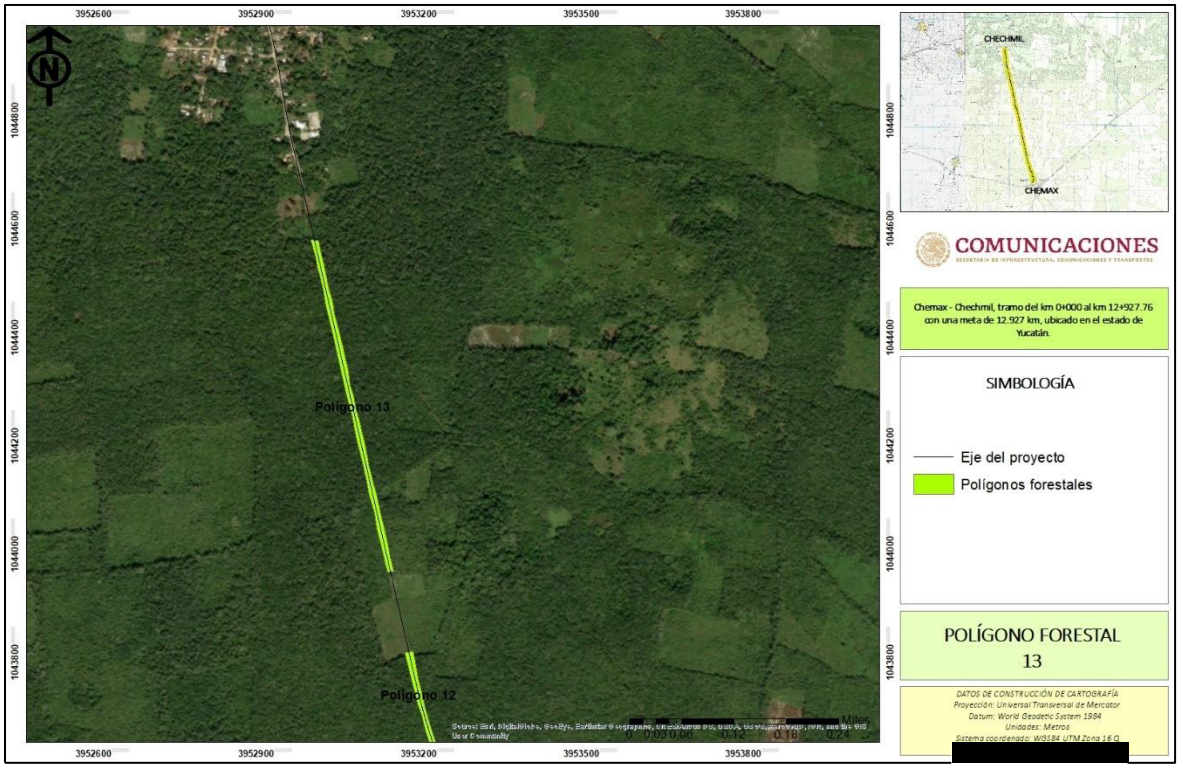


Figura II.18 Ubicación del polígono forestal 13 del proyecto.

II.3 Programa de trabajo

El proyecto de acuerdo con la secretaria técnica del Centro SICT Yucatán tendrá una duración de ejecución de 60 meses a partir de la emisión de la autorización de impacto ambiental. Cabe mencionar, que el inicio de las actividades de modernización del proyecto se encuentra en función de la obtención de las autorizaciones ambientales y civiles para el desarrollo del proyecto de manera amigable con el medio ambiente y sin causar descontento social entre los pobladores de las localidades involucradas en la trayectoria del proyecto.

Tabla II.22 Programa general de ejecución del proyecto.

Etapa de construcción	Actividades	1 año previo			Duración de la modernización del proyecto									
		Cuatrimestre			Semestre									
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estudios ambientales	Estudios de campo	X												
	Elaboración de impacto ambiental	X	X											
	Autorización ambiental			X										
Preparación del sitio	Desmonte				X	X								
	Despalme				X	X	X							
Cortes y terraplenes	Cortes					X	X	X						
	Formación y compactación de terraplenes							X	X	X				
Construcción de obras de drenaje	Excavación para estructuras de drenaje									X	X			
	Colocación de aleros y mampostería para estructura menor									X	X			
	Colocación de las losas y tubos.									X	X			
	Relleno de las excavaciones para las estructuras de drenaje										X			
	Construcción de obras complementarias de drenaje cunetas y bordillos										X			
Terracerías	Compactaciones del terreno natural							X	X	X				
	Formación y compactación de terraplenes								X	X				
	Mezclado, tendido y compactado de la base y sub-base									X	X			
Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica	Mezclado, tendido de la carpeta asfáltica										X	X		
Señalamiento	Pintado de líneas centrales y laterales de la calzada											X	X	
	Colocación de letreros y señalamientos												X	X

II.4 Etapas del proyecto

II.4.1 Preparación del sitio y construcción

Debido a que se trata de la construcción de un camino el cual requerirá de la apertura del terreno para cumplir con las especificaciones de una carretera tipo D, el acceso al frente de trabajo se realizará conforme avance la obra, por lo que no se requerirá de caminos alternos ni áreas anexas al proyecto.

El proyecto contará con patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra; éstos podrán ser asentados en zonas desprovistas de vegetación dentro del derecho de vía, en consideración de que la zona ha sufrido un fuerte impacto antropogénico a cusa de la expansión agropecuaria y de los asentamientos humanos en las inmediaciones del camino actual.



Figura II.19 Sitios carentes de vegetación propuestos para la instalación de patios de maquinaria.

Para el proyecto se presentan 2 áreas desprovistas de vegetación natural que cumplen con las condiciones para ser utilizadas como patios de maquinaria o almacenes, dichas áreas se encuentran a las orillas del camino que se pretende modernizar, para utilizar dichas áreas se tendrá que realizar un convenio entre los propietarios y el Centro SICT Yucatán.

Tabla II.23 Coordenadas de los vértices de la propuesta de patio de maquinaria.

Propuesta de patio de maquinaria 1			
Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	402177	2285728
2	16 Q	402146	2285721
3	16 Q	402137	2285751
4	16 Q	402169	2285758
Superficie de 1,000 m^2			
Propuesta de patio de maquinaria 2			
Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401754	2286919
2	16 Q	401711	2286915
3	16 Q	401714	2286892
4	16 Q	401759	2286893
Superficie de 1,000 m^2			



Figura II.20 Ubicación de los patios de maquinaria cercanos a la trayectoria del proyecto.

Los patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra deberán cumplir con las especificaciones señaladas en el manual operativo particularmente de su ubicación que habrá de estar fuera de los centros de población y serán avalados por la supervisión ambiental interna y externa, así como por las autoridades municipales.

Como se hace mención el proyecto se encuentra en una zona de fisiografía plana, por lo que el volumen de corte resultante será usado para la estabilización de terraplenes, no obstante, se considera la necesidad de banco de tiro y de préstamo de materiales, los cuales serán asignados a sitios que cumplan con esta función, ya sea en los municipios involucrados o en su caso los más cercanos al proyecto. Bajo este criterio la empresa constructora será la encargada de gestionar las autorizaciones correspondientes en cuanto a los sitios de tiro o banco de préstamo.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado para las actividades de construcción y las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts; el voltaje será de 220 voltios. Los combustibles a utilizar serán básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción el combustible se abastecerá en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte y almacenamiento del mismo hasta donde la maquinaria o equipo lo necesite. Para ello se contemplarán sitios de almacenamiento en los patios de maniobras, almacenes o talleres en condiciones adecuadas de seguridad en los frentes de trabajo. El abastecimiento de combustible se hará en las instalaciones de servicio más cercanas, en el caso de este proyecto se encuentra en la cabecera municipal de Chemax en el estado de Yucatán. Los volúmenes de combustible requeridos para la realización de este proyecto serán administrados de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra. Este combustible se transportará con base en los reglamentos de PEMEX y de Transporte Terrestre de la SICT, en la NOM-010-SCT2-2003 y en la LGEEPA, el volumen máximo a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX. Adicionalmente, los lugares de expedición sólo podrán guardar gasolina en tambos de 55 galones (aprox. 206 litros) y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones; puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deban tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.) cabe mencionar que, el proyecto utilizará agua proveniente de sitios autorizados por las autoridades municipales y CONAGUA, la cual se transportará en camiones

tipo pipa de 20,000 litros, a los frentes de trabajo. Por otra parte, el suministro de agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en pipas de agua y garrafones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 5 m^3/día de agua potable. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos en la localidad de Chemax e insumos más especializados en la capital del estado (Mérida), que se ubica aproximadamente de 90 minutos del área del proyecto.

En esta etapa se efectuará la señalización del tramo carretero a construir en los puntos de frente de obra. Posteriormente se ejecutarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como las medidas precautorias especificas indicadas en el capítulo VI de este estudio.

Una vez ejecutados los programas, se procederá al desmonte y despalme, acarreo de material para la construcción y transporte de maquinaria a la zona del proyecto.

La construcción de este tramo carretero requerirá en primera instancia el emparejamiento del terreno; por tal motivo el primer paso para la preparación del sitio es el desmonte y despalme de las áreas del proyecto (área de ceros), cabe mencionar, que la mayor parte del proyecto se desarrolla siguiendo la trayectoria del camino actual, por lo que la afectación ambiental será mínima.

El desmonte y deshierbe consiste en remover la vegetación forestal existente dentro del área de ceros, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El despalme y deshierbe comprende:

- Cortar y retirar árboles, arbustos, hierba, zacate o residuos de siembra.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del deshierbe.



Figura II.21 Actividades de deshierbe en obras similares.

Cabe señalar que la construcción del camino, requerirá de la apertura del terreno para alcanzar la superficie requerida para una carretera tipo D de 7.0 metros de ancho de corona, 6.0 metros de ancho de calzada y 0.50 metros de acotamientos, afectando 14.73 hectáreas,

de las cuales 11.67 presentan vegetación forestal secundaria de selva mediana subcaducifolia, 2.34 hectáreas de áreas agricolas y 0.72 hectáreas de caminos existentes.

Para la etapa de construcción del camino tipo D, sobre la capa de terracerías debidamente terminada, dentro de líneas y niveles de tolerancias permitidas por la normatividad, se construirá la capa base del espesor marcado en el proyecto, utilizando material procedente los cortes o en su caso de bancos de préstamo, el material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. de la prueba AASHTO standard.

Cuando esté concluida la capa base cumpliendo con la geometría señalada en el proyecto y, dentro de las tolerancias permitidas por la norma, se procederá a efectuar un barrido, con la finalidad de eliminar materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos. Sin irregularidades, y reparados los baches que hubieran existido; a continuación, se procederá a aplicar el riego de impregnación en todo el ancho de la sección, así como en los taludes que formen la estructura del pavimento, utilizando una emulsión de rompimiento lento, en la dosificación aprobada previamente por la supervisión, después de haber efectuado las pruebas correspondientes; concluyendo con la protección del riego al tráfico, aplicando una capa de arena como poreo.

En cuanto se esté en condiciones de colocar la carpeta asfáltica, se aplicará un riego de liga, utilizando una emulsión de rompimiento rápido, con el objeto de lograr una buena adherencia entre la capa base y la carpeta asfáltica, en la dosificación aprobada por la supervisión, el lapso entre la impregnación y la colocación de la carpeta asfáltica, será responsabilidad del contratista. Los materiales utilizados en la construcción de las carpetas asfálticas, deberán cumplir como mínimo lo señalado en la normatividad vigente: N.CMT. 4.04/03 y N.CMT. 05.003/02.



Figura II.22 Ejemplo del encarpetado asfaltico de un proyecto similar.

Una vez terminado el asfaltado o en conjunto se realizarán las obras complementarias como lo son cunetas, contra cunetas, lavaderos y bordillos de acuerdo a lo establecido para la construcción de este proyecto, con las siguientes características:

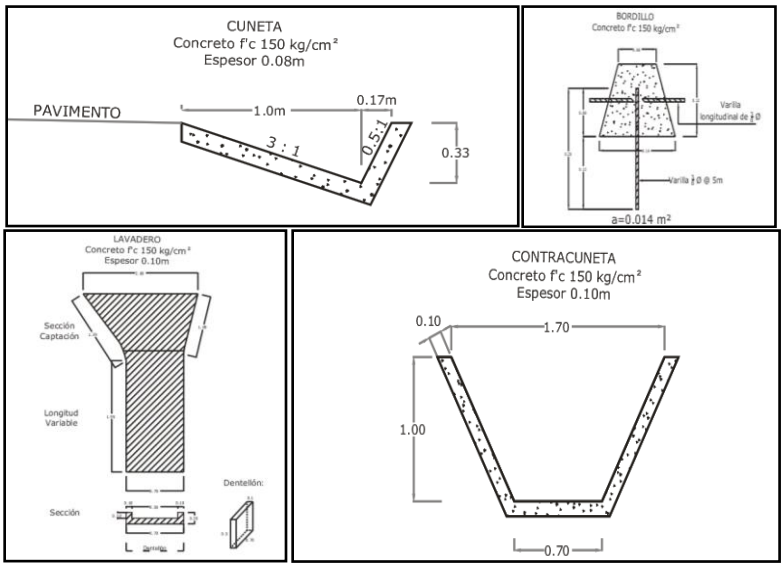


Figura II.23 Sección tipo de las obras de drenaje complementarias.

Tabla II.24 Obras de drenaje menor que serán construidas a las orillas del camino.

Obra	Descripción	Imagen (Ejemplo)
Cunetas	Esta estructura es de concreto y se construirán en los tramos donde se realicen cortes de terreno. Su función será captar agua que escurra sobre la carpeta y facilitar dicho escurrimiento hacia los drenes naturales.	
Bordillos	Son pequeñas guarniciones de concreto a uno o ambos lados de la cinta asfáltica. Se construirán en zonas donde se estima que el talud de los terraplenes pueda ser afectado por el escurrimiento del agua.	
Lavaderos	Son obras complementarias que tienen como finalidad proteger los taludes contra la erosión por escurrimiento. La forma de funcionamiento, es que el bordillo sirve como contención del bombeo de la carretera y conduce el agua que escurra hasta los lavaderos, que son estructuras por donde se transfiere el agua de la carretera hacia fuera de ella. Los lavaderos terminan en sitios donde el escurrimiento no represente	

Obra	Descripción	Imagen (Ejemplo)
	problemas para el talud. A partir de este punto, el escurrimiento ya no se controla, por lo que la función del bordillo y lavadero es impedir que los taludes reciban la menor cantidad de agua proveniente de la precipitación, con lo que se reduce su posibilidad de erosión.	

Para el proyecto de modernización del camino tiene planteado la construcción de 3 obras de drenaje menor, las cuales permitirán que los escurrimientos temporales no afecten el cuerpo carretero y lo deterioren, a continuación, se presenta la ubicación de dichas obras de drenaje menor.

Tabla II.25 Coordenadas de ubicación de las obras de drenaje menor propuestas para el proyecto.

Obra de drenaje	Estación	Zona	X	Y	Tipo de obra a construir
1	2+278	16 Q	401766	2286896	Tubo de 1.20 de diámetro
2	4+811	16 Q	401222	2289379	Cajón de 1.5 x 1.0
3	5+830	16 Q	401002	2290381	Tubo de 1.20 de diámetro

A continuación, se muestran los datos hidráulicos para el calculo y definición de las obras de drenaje menor requeridas por el proyecto y sobre todo que cumplan con las condiciones de las escorrentías y/o lluvias presentes en la zona del proyecto.

ALCANTARILLA DE SECCION CIRCULAR															
OBRA	PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				PARÁMETROS HIDRÁULICOS										
	DIAM (m)	r (m)	TIRANTE (m)	α	ϕ	Área (m^2)	P (m)	R	$R^{2/3}$	n	S	$S^{1/2}$	V (m/s)	Q (m^3/s)	QDI (m3/s)
2+278.50	1.22	0.61	0.976	106.3	253.7	1.00	2.70	0.37	0.52	0.012	0.01728	0.13	5.66	**5.67**	0.29

ALCANTARILLA DE CAJÓN 1.5X1													
OBRA	P. GEOMÉTRICOS			PARÁMETROS HIDRÁULICOS								Q_{DI} (m3/s)	
	L	A	TIRANTE (m)	Área (m^2)	P (m)	R	$R^{2/3}$	n	S	$S^{1/2}$	V (m/s)	Q (m^3/s)	
4+811.50	1.50	1.00	0.80	1.20	3.10	0.39	0.53	0.012	0.040	0.20	8.85	10.62	3.34 si pasa

ALCANTARILLA DE SECCION CIRCULAR															
OBRA	PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				PARÁMETROS HIDRÁULICOS										
	DIAM (m)	r (m)	TIRANTE (m)	α	ϕ	Área (m^2)	P (m)	R	$R^{2/3}$	n	S	$S^{1/2}$	V (m/s)	Q (m^3/s)	QDI (m3/s)
5+830.00	1.22	0.61	0.976	106.3	253.7	1.00	2.70	0.37	0.52	0.012	0.01728	0.13	5.66	**5.67**	0.16

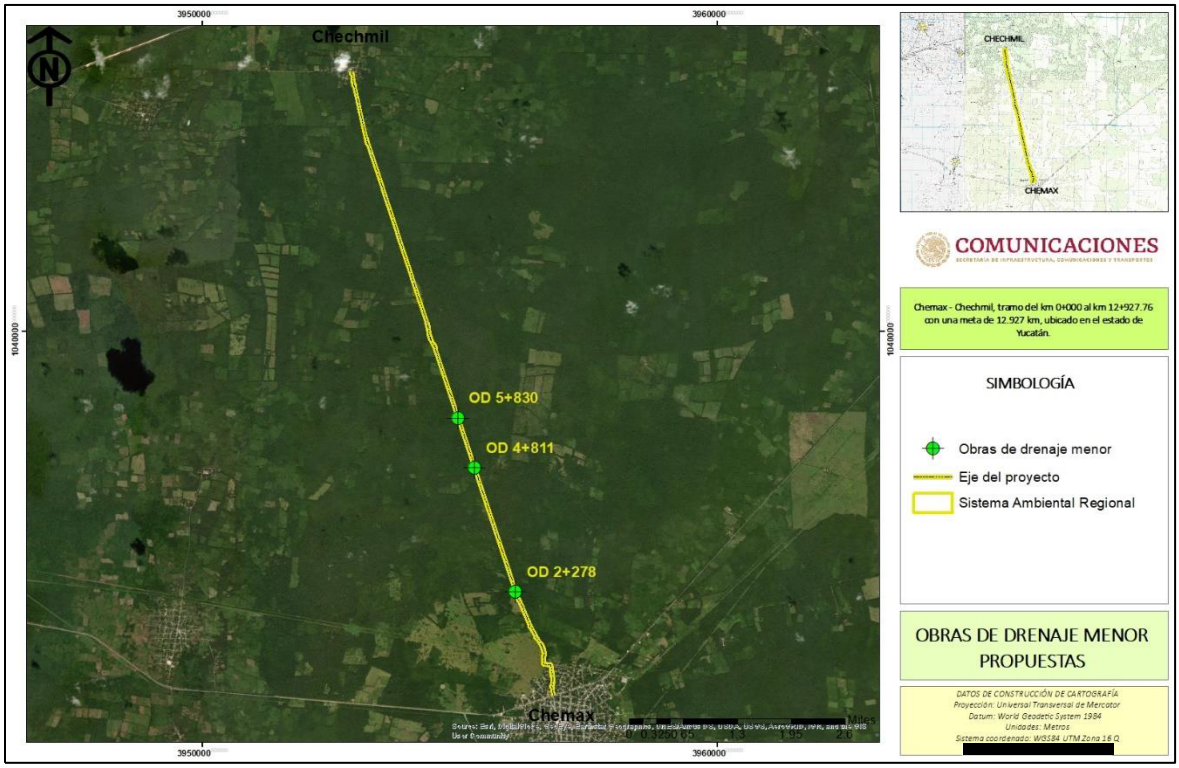


Figura II.24 Ubicación de las obras de drenaje menor propuestas para el proyecto.

II.4.2 Operación y mantenimiento

Una vez terminada la modernización del tramo carretero, se llevarán a cabo una serie de actividades de mantenimiento, que asegurará que el tramo carretero sea transitable, seguro y cumpla con los objetivos para lo que fue modernizado.

Programa de operación y mantenimiento

- ✓ El servicio que brindará este proyecto será el de una vía de comunicación tipo D, que permitirá el flujo de unidades de transporte entre las localidades de Chemax y Chechmil y a su vez con los centros urbanos y de desarrollo económico de la región, es importante mencionar, que esta vía de comunicación tendrá una vida útil de 30 años y con el debido mantenimiento podrá extenderse otros 20 años.

- ✓ Esta vía de comunicación requerirá de mantenimiento para la carpeta asfáltica. Dichas actividades de mantenimiento se basan en los libros técnicos emitidos por la Secretaría de Infraestructura de Comunicaciones y Transportes, que para este caso sería el referente a Conservación de Carreteras, carpetas de un riego N-CSV-CAR-3-002/00.

Las recomendaciones para el mantenimiento se basan en lo siguiente:

- ✓ Para el caso del riego con material asfáltico, antes de iniciar la obra se deben instalar todos los dispositivos de seguridad, así como contar con bandereros para evitar

riesgos a la población que transite por el sitio. La superficie de la carpeta sobre la que se esparcirá el asfalto debe estar previamente preparada, es decir exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamiento de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

- ✓ Todas aquellas estructuras aledañas a la carpeta que puedan mancharse deberán ser protegidas con papel u otro material similar. El material asfáltico se colocará sobre la superficie a cubrir de manera uniforme. En las juntas transversales antes de iniciar un nuevo riego se colocarán tiras de papel u otro material para proteger el riego existente de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse ésta no quede un traslape de material. Previo a la colocación del material pétreo, el exceso del material asfáltico aplicado será removido de la superficie. Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico se tenderá mecánicamente el material pétreo, con la dosificación establecida en el proyecto, formando una capa de espesor uniforme adicionando material o retirando el excedente. Inmediatamente después del tendido de material pétreo se efectuará el planchado del mismo con equipo compactador.

- ✓ Las orillas de la carpeta asfáltica deben quedar bien recortadas y libres de obstáculos que pudiera entorpecer el drenaje superficial. Una vez concluido el planchado y transcurrido el tiempo suficiente para que el material asfáltico tenga la consistencia adecuada se colectara todo aquel material que no se haya adherido dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y sitio indicados.

- ✓ Durante la construcción de la carpeta de riego, el o los contratistas de las obras tomarán las precauciones necesarias para evitar la contaminación de suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora conforme a la Norma N-CSV-CAR-5-02-001, *Prácticas ambientales durante la conservación periódica de las obras*.

- ✓ Otra actividad que requerirá mantenimiento serán las obras de drenaje, cunetas, contracunetas, así como taludes. Estos trabajos serán coordinados por parte SICT Centro Yucatán con la finalidad de otorgar el mantenimiento adecuado.

- ✓ Los principales residuos peligrosos que se generarían por el mantenimiento de la carretera serán hidrocarburos y otros residuos que se hayan impregnados con estos, además de envases de pintura utilizados para el marcado de líneas sobre la carpeta asfáltica. La empresa a quien se realice la contratación será la encargada de disponerlos adecuadamente. El H. Ayuntamiento de Chemax junto con la SICT Centro Yucatán, tendrán que incluirlo en sus contratos como punto obligatorio al contratista. Por otro lado, se generarán también residuos de construcción que se produzcan durante las etapas de mantenimiento los cuales deberán ser dispuestos mediante a

la Dirección General de Carreteras Alimentadoras de la Secretaría de Infraestructura de Comunicaciones y Transportes de Yucatán y el municipio de Chemax.

- ✓ Los desechos que se generen en la carretera por el flujo de unidades de transporte (por conductores principalmente), se recomendará la colocación de letreros precautorios y prohibitivos enfocados a incentivar la disminución de residuos sólidos sobre la carretera y alrededor de ella.
- ✓ En cuanto al control de la maleza se manejarán brigadas de control manual de poda y corte. Se prohibirá la quema de maleza.
- ✓ Al ser una vía de comunicación se posibilita el flujo de unidades de transporte de materiales o residuos peligrosos, lo cual puede involucrar un derrame accidental de su material. Por su ubicación y el tipo de actividades que se desarrollan en la región esta posibilidad se disminuye, pero no se exime de ello. En caso de que se presente un accidente de esta índole, se aplicará las medidas de Protección Civil, así como solicitar al responsable: la limpieza y aplicación de acciones de seguridad de acuerdo al tipo de material o residuo derramado, la verificación de su remediación, además de la disposición final adecuada.

II.4.2.1 Conservación rutinaria

El programa tiene como objetivo evitar el deterioro del cuerpo carretero y alargando su tiempo de vida, realizando las obras preventivas y correctivas de acuerdo al programa de conservación la carretera, por lo que el proyecto una vez terminado será funcional hasta por un periodo de 50 años.

1. Prever el programa mensual inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SICT Yucatán y a la DGPSCT (Dirección General de Planeación de la Secretaría de Infraestructura de Comunicaciones y Transportes).

2. Obtener índice de servicio de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.

3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.

4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.

5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.

6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.

7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Las actividades a realizar dentro del mantenimiento de la carretera son las siguientes:

Tabla II.26 Actividades de mantenimiento del cuerpo carretero.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	ACTIVIDAD
OBRAS DE DRENAJE	Limpieza de cunetas y contracunetas
	Limpieza de alcantarillas
	Limpieza de canales de entrada y salida
	Reparación de obras de drenaje
DERECHO DE VÍA	Desmonte
	Obras marginales
	Rastreos
OBRAS DIVERSAS	Acotamientos
	Taludes
	Desviaciones
	Contención
CARPETA ASFÁLTICA	Bacheo
	Pintado de líneas
	Calavereo
SEÑALAMIENTO	Colocación de letreros

La conservación del tramo carretero se realizar mediante un programa de conservación rutinaria que consta de:

- Realizar inspecciones mensuales en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
    - Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
    - Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
    - Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
    - Destrozos en jardinería.
- Realizar inspecciones mensuales, cuando se requiera o de acción inmediata si fuera necesario en la vialidad, para detectar problemas y corregirlos en:
    - Defensas y señales de tipo normal
    - Obras de drenaje
    - Obras complementarias de drenaje
    - Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento
    - Colocación de propaganda no autorizada
    - Limpieza de cunetas y derecho de vía
    - Daños en el camino por efecto de accidentes
    - Contracunetas y subdrenajes
    - Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
    - Deslave en terraplenes
    - Fallas locales de cortes
    - Postes y fantasmas
    - Deshierbe y poda de vegetación
    - Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
    - Apoyo y juntas de estructura
    - Pintura en general

El programa de mantenimiento se realizará de la forma siguiente:

Tabla II.27 Temporalidad de las actividades de mantenimiento.

Actividad	Tiempo
Limpieza de obras menores de drenaje	15 días al año.
Limpieza de obras complementarias	10 días al año.
Limpieza de superficie de rodamiento	20 días al año.
Bacheo periódico	De acuerdo a lo que requiere el revestimiento y fije la dependencia.

II.4.3 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Al tratarse de la construcción de una vía de comunicación solo se requerirá de la colocación de patios de maniobra instalación de talleres, bodegas y caseta de vigilancia. Las cuales quedaran comprendidas en el derecho de vía, en las zonas desprovistas de vegetación. Los talleres y bodegas serán construidos de manera provisional.



Figura II.25 Ejemplo de una bodega provisional en proyectos similares.

En este sentido una vez terminada la construcción del tramo carretero en cuestión se procederá desmantelar los talleres, bodegas y casetas de vigilancia. En caso de que estas instalaciones hayan requerido de la colocación de una capa de concreto se deberá retirar y proceder a descompactar el suelo para posteriormente aplicar el programa de conservación de suelos, así mismo en los sitios de patio de maquinaria y en los taludes de corte y terraplén se aplicará dicho programa. El proyecto no requerirá de caminos de acceso, ya que el acceso será por la carretera actual por lo tanto no se requerirá de la restauración de este tipo de obras. Otra de las actividades que se realizará una vez retiradas las instalaciones provisionales, serán las acciones de reforestación.



Figura II.26 Ejemplo de zonas desprovistas de vegetación que pueden ser utilizadas como patio de maquinarias, almacenes u oficinas.

II.5 Residuos

Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones al realizar el proyecto de modernización de los tramos carreteros, se generarán residuos no peligrosos durante las diferentes etapas del proyecto. Tales como madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales, entre otros. Los cuáles serán almacenados por categoría, en áreas circundantes a la obra para que posteriormente puedan ser destinados a recicladoras. Los residuos que no puedan ser reciclados serán dispuestos en sitios autorizados por la autoridad correspondiente.

II.5.1 Generación de gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero reciben su nombre porque, de manera semejante en que las paredes de vidrio elevan la temperatura interior de los invernaderos, conducen al aumento de la temperatura de la superficie de la tierra al interactuar con la energía que proviene del Sol. Aunque la manera de atrapar el calor de un invernadero es fundamentalmente diferente a como funcionan los gases de efecto invernadero, la analogía ha perdurado y a su efecto se le denomina efecto invernadero.

Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua (H_2O) producido por la evaporación del agua.
- El bióxido de carbono (CO^2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales.
- El metano (CH_4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo.
- El óxido nitroso (N_2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica.
- El ozono (O^3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno.

El desarrollo de procesos de construcción es una de las principales causas que genera la emisión de dióxido de carbono o gases efecto invernadero (GEI), los cuales originan graves

consecuencias para el planeta y a su vez problemas socioeconómicos reflejados en la salud humana, seguridad alimentaria, migraciones, impactos financieros entre otros.

II.5.1.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

La industria de la construcción es una de las formas mediante la cual el ser humano contamina y una de ellas es debido al crecimiento urbano y la demanda de infraestructura urbano, como las vialidades de los fraccionamientos urbanos. El transporte de los materiales de construcción al lugar de los trabajos constituye un 6-8% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero para un proyecto.

Para el caso específico de este proyecto carretero, las actividades de operación y mantenimiento de la maquinaria utilizada para preparación del sitio y construcción son los principales generadores de GEI, además del material pétreo generado durante el trazado y nivelación del terreno; mientras que en la etapa de construcción sigue siendo el operación y mantenimiento de la maquinaria, además de la utilización de pavimentos (emisión de gases de derivados del petróleo) y la utilización de aerosoles para el pintado de la señalización de la vía de comunicación; mientras que en la etapa de operación y mantenimiento la operación y mantenimiento de la maquinaria, bacheo y repintado de la señalización emitirán GEI durante esta etapa.

Fuentes generadoras de GEI en la etapa de preparación del sitio

- Operación de maquinaria y vehículos
- Mantenimiento de maquinaria y vehículos
- Movimiento de material pétreo

Fuentes generadoras de GEI en la etapa de construcción

- Operación de maquinaria y vehículos
- Mantenimiento de maquinaria y vehículos
- Pavimentación de los tramos carreteros
- Pintado y señalización de carretera

Fuentes generadoras de GEI en la etapa de operación y mantenimiento

- Operación de maquinaria y vehículos
- Bacheo de cuerpo carretero
- Repintado de señalización carretera

II.5.1.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros.

Como se mencionó, en el punto anterior, las principales actividades generadoras de GEI son, la operación y mantenimiento de maquinaria y vehículos, movimiento de material pétreo,

pavimentación y bacheo del cuerpo carretero y señalización del tramo carretero, por lo cual a continuación se describen los GEI emitidos por cada actividad realizada en el proyecto.

Operación y mantenimiento de Maquinaria

Para llevar a cabo las actividades correspondientes a la construcción en general es necesario utilizar maquinaria, la cual producirá principalmente:

Emisiones a la atmósfera

- Partículas Suspendidas Totales (PTS).
- Bióxido de Azufre (SO_2).
- Monóxido de Carbono (CO).
- Óxidos de Nitrógeno (NO_X).

Movimiento de material pétreo

Durante esta actividad los residuos generados principalmente, descargaran a la atmósfera en forma de:

Polvo: La producción de polvo se generará durante el acarreo de los materiales. Este tipo de emisiones se pueden controlar, cubriendo las cargas con lonas que cubran totalmente el material geológico, para evitar este tipo de emisiones.

Pavimentación y bacheo

La introducción de materiales ajenos al terreno natural como pavimento (mezcla de craqueo del petróleo con la gravilla o piedra para formar una especie de masa) emiten una serie de gases como PTS, SO_2, CO, NO_2 e Hidrocarburos a la atmósfera.

Pintado de señalización (aerosoles)

Algunos de los principales componentes que desprenden son sulfatos, nitratos y aerosoles orgánicos. La composición química de los aerosoles afecta directamente a la forma en que interactúa la atmósfera con la radiación solar y el contenido de agua líquida.

Es importante mencionar, que en el capítulo VI de este documento se propone la implantación de las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia del cuidado y preservación del medio ambiente para que las actividades generadoras de GEI se encuentran dentro de los límites permisibles.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO III

Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

Tabla de contenido

III.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio 2
III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio 3
III.1.2 Ordenamiento ecológico del territorio del estado de Yucatán 21
III.1.3 Ordenamientos ecológicos regionales y/o locales 36
III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 36
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas federales y estatales 37
III.2.2 Área de Importancia para la Conservación de las Aves 37
III.2.3 Regiones Terrestres Prioritarias 38
III.2.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias 39
III.2.5 Sitios Ramsar 40
III.2.5.1 Anillo de cenotes 41
III.3 Planes o programas de desarrollo urbano municipal 43
III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2024 43
III.3.2 Plan Nacional de infraestructura 2018 – 2024 48
III.3.3 Plan de Desarrollo Estatal del estado de Yucatán 2018 - 2024 49
III.3.4 Plan Municipal de Desarrollo de Chemax 2021 - 2024 50
III.4 Normas Oficiales Mexicanas 51
III.5 Otros instrumentos a considerar. 53
III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento 53
III.5.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación 56
III.5.3 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por emisión de ruido 56
III.5.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento 57
III.5.5 Ley de Aguas Nacionales 61
III.6.6 Ley General de Vida Silvestre 61
III.6.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 62
III.6.8 Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento 62
III.6.9 Ley general de sentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano 64
III.6.10 Ley federal sobre monumentos, zonas arqueológicas, artísticas e históricas 65
III.6.11 Ley de caminos, puentes y autotransporte federal 65
III.6.12 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Yucatán 66
III.6.13 Pueblos indígenas y tribales en países independientes 68

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

México cuenta con una extensa red de caminos que resulta insuficiente para transportar las materias primas y los productos que de ellas se elaboran, así como para la misma movilidad de los habitantes, lo que constituye un freno para la actividad económica del país. Aunado a ello, la infraestructura vial actual resulta insuficiente por dos causas principales: la cantidad de caminos y el estado físico de los mismos, ambos problemas se encuentran estrechamente ligados dado que mientras más caminos se requieran, mayor será la cantidad de recursos necesarios para invertir en la creación de infraestructura vial nueva, pero existe la problemática de que los caminos que ya se encuentran en operación demandan una importante cantidad de recursos para mantenerlos en condiciones aceptables.

Las carreteras y caminos son fundamentales para interconectar a las comunidades alejadas y facilitar la salida de los productos del campo hacia los distintos centros de consumo, así como la movilidad de los viajeros hacia los distintos centros turísticos; dichos caminos generalmente reciben constante mantenimiento, lo que se traduce en gastos, mismos que a través de una correcta planeación se pueden convertir en inversiones que redituarían a corto plazo al mantener las vías de comunicación en buenas condiciones de servicio y a mediano y largo plazo al dejar una infraestructura preparada para recibir mayor volumen y peso de tránsito, al colocar una superficie de rodamiento con un material que garantizaría una mayor vida útil.

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes cuenta con avances significativos en proyectos carreteros, así como mejoramiento de caminos rústicos y alimentadores, que en conjunto son obras de infraestructura que forman parte de los programas de adecuación y desarrollo de la red federal de carreteras y de los programas de desarrollo estatal y regional.

Bajo este contexto, este proyecto pretende la construcción del camino que comunica a las localidades de Chemax y Chechmil; por medio de una carretera tipo D de 7.0 metros de ancho de corona, que tendrá una longitud de 12.927.76 km y que reducirá los tiempos de traslado entre ambas localidades, ya que actualmente la conectividad es muy difícil y los tiempos de traslado requieren de mucho tiempo a pesar de la cercanía entre ambas localidades.

III.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

El proyecto se encuentra en el estado de Yucatán por lo que únicamente se ubica dentro del ordenamiento ecológico estatal de Yucatán, así mismo, se hace mención, que se encuentra fuera de la poligonal del ordenamiento ecológico costero del estado de Yucatán, por lo cual solo se realiza la vinculación del proyecto con el ordenamiento ecológico del territorio del estado de Yucatán.

III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, con base en lo anterior el proyecto se ubica en la UAB No. 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo”.

Tabla 21. Descripción de la UAB 57 en el que se ubica el SAR y área del proyecto.

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
14.16	67	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de flora y fauna Turismo	Desarrollo social Forestal	Ganadería Agricultura	Pueblos indígenas	Restauración. Preservación y aprovechamiento sustentable	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

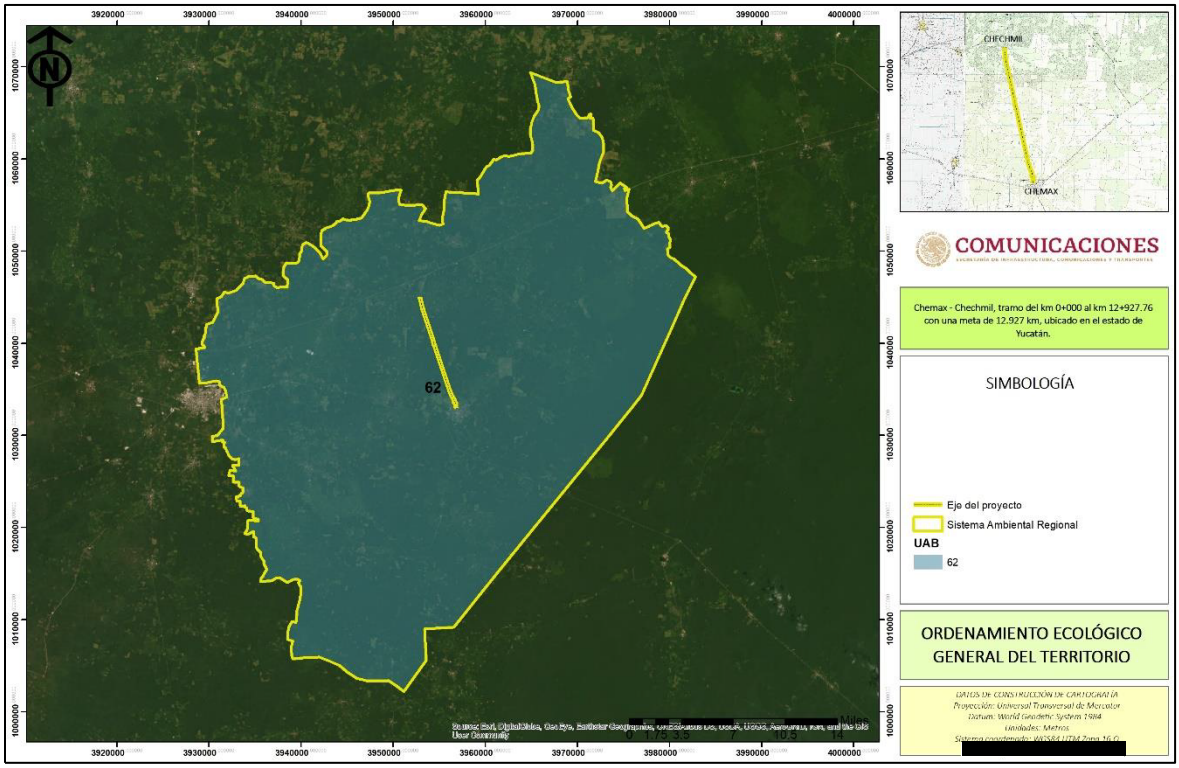


Figura 12. Ubicación del proyecto dentro de la UAB 67 "Karst de Yucatán y Quintana Roo" del POEGT.

A continuación, se realiza la vinculación de la UAB no. 67 con el proyecto.

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS 1. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del Territorio:

A. Dirigidas al aprovechamiento sustentable

Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.

Acciones:

- Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación *in situ*, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.
- Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.
- Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural.

- Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación.
- Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad.
- Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.
- Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.
- Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático.
- Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.
- Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).
- Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.
- Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.
- Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.
- Celebrar convenios de o concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas como área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.

El proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP federal o estatal, tampoco afectará especies de flora y fauna catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni ecosistemas de importancia ecológica.

Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.

Acciones:

- Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y

fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).

- Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica.
- Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.
- Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas.
- Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general.
- Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo.
- Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).

El proyecto no se encuentra de ninguna ANP, AICA, RTP que presente especies vulnerables o susceptibles que pudieran ser afectadas por el proyecto, sin embargo, se implementarán las medidas de prevención y mitigación más adecuadas para el desarrollo del proyecto de manera amigable con medio ambiente.

Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

Acciones:

- Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.
- Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de

mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos.

- Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.
- Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, etnozoológicos o de otro tipo.
- Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.).
- Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos.
- Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre), previendo los efectos que los cambios de unos acarrean para otros.
- Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.
- Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.
- Monitorear “puntos de calor” en tiempo real para detectar incendios.
- Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.
- Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.

Acciones:

- Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, traslocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.
- Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.
- Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.
- Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.
- Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas,
- establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad.
- Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 5: Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.

Acciones:

- Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.

- Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.
- Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.
- Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.
- Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.
- Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por
- volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.
- Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.
- Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.
- Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

Acciones:

- Incrementar la productividad del agua en distritos de riego.
- Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.

- Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.
- Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.
- Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

Acciones:

- Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.
- Mantener actualizada la zonificación forestal.
- Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.
- Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).
- Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.
- Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.
- Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.

El proyecto realizará actividades de reforestación como medida de compensación por las afectaciones ambientales ocasionadas por el desarrollo del proyecto.

Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales.

Acciones:

- Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.
- Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.
- Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.

- Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.
- Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.
- Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.
- Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales.
- Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.
- Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.
- Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorias Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
- Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR.
- Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.

Acciones:

- Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.
- Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.
- Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.
- Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.
- Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las

capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 13: Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

Acciones:

- Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.
- Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.
- Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

D. Dirigidas a la Restauración

Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.

Acciones:

- Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.
- Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.
- Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.
- Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.
- Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.
- Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.

- Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.
- Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el
- componente PROGAN.
- Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

- Acciones:
- Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.
- Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.
- Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo
- de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR).
- Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPyMEs).
- Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros.
- Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.

- Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

Acciones:

- Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación.
- Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas.
- Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta *in situ* para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.
- Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.
- Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.
- Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales.
- Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales “Centros de Playa”, “Mundo Maya”, “Tesoros Coloniales”, “Ruta de los Dioses”, “Frontera Norte” y “En el Corazón de México”.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

Acciones:

- Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras, equipamientos y de financiamiento al consumo.
- Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes.
- Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales.
- Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.
- Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes.
- Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.

D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional.

Estrategia 31: Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

Acciones:

- Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.
- Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.
- Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.

- Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.
- Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística, así como el acceso a los sistemas de transporte público.
- Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.

El proyecto mediante la construcción de una vialidad que pretende realizar, mejorará las condiciones de desarrollo en la región y principalmente de las localidades involucradas en la trayectoria del proyecto.

Estrategia 32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.

Acciones:

- Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.
- Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes.
- Concluir la regularización de los asentamientos irregulares que existen hoy en día, acompañados de una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes.
- Promover que las áreas verdes *per cápita* en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, OMS, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.

El proyecto mediante la construcción de la vía de comunicación, mejorará las condiciones de desarrollo en la región y principalmente de las localidades involucradas en la trayectoria del proyecto.

Estrategia 36: Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

Acciones:

- Fomentar la reconversión de áreas a cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial agrícola.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.
- Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.
- Fortalecer la acuacultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de
- producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.
- Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticos, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación, comercialización y empleo de la biomasa.
- Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.
- Proporcionar los apoyos técnicos y presupuestales que se requieran para fomentar la creación de cadenas productivas relacionadas con los bioenergéticos.
- Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros.
- Consolidar los programas de apoyo alimentario vigentes.
- Garantizar el acceso de alimentos básicos a precios justos destinados a la población en condición de pobreza.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

Acciones:

- Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con

presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.

- Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.
- Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres, así como la de sus hijos.
- Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

Acciones:

- Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.
- Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.
- Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.
- Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.
- Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 39: Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

Acciones:

Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.

El proyecto mejorará las condiciones de tránsito entre Chechmil y la cabecera municipal de Chemax, ya que sufre constantemente de afectaciones a consecuencia de los fenómenos naturales que impactan al país.

Estrategia 40: Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

Acciones:

- Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población.
- Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Acciones:

- Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente.
- Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

A. Marco Jurídico

Estrategia 42: Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

Acciones:

- Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley.
- Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.
- Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.
- Promover la restructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

Estrategia 44: Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Acciones:

- Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.
- Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.
- Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.
- Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada
- y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada.

- Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.

El proyecto trata de la construcción de una carretera (infraestructura vial) por lo que los alcances y objetivos del proyecto, se encuentran fuera de las estrategias propuestas en la UGA 62 del POEGT.

El proyecto se encuentra dentro de los planes y estrategias ambientales establecidas en la UAB 67 "Karst de Yucatán y Quintana Roo" del POEGT, por lo que el desarrollo del proyecto en cuestión de ordenamiento ecológico es viable.

III.1.2 Ordenamiento ecológico del territorio del estado de Yucatán

El territorio del estado de Yucatán tiene una situación geográfica privilegiada, ya que posee selvas tropicales, cenotes, cavernas, corrientes subterráneas y humedales. Su extensión territorial es de 39,271.38 Km² Cuenta con una población de 1'658,210 habitantes y 106 municipios. El estado de Yucatán basa su economía en la agricultura, la pesca, la ganadería, la industria y principalmente en el turismo.

Los principales problemas ambientales dentro del estado de Yucatán son la contaminación de cuerpos de agua por descargas de aguas residuales; la erosión costera, la contaminación del suelo por dispersión de residuos sólidos; la tala, la deforestación y el cambio de uso de suelo forestal; el bajo nivel de productividad agrícola y la presión sobre la tierra para desarrollar actividades productivas.

El estado de Yucatán, consiente de la necesidad de revertir las tendencias de degradación ambiental del territorio estatal, decidió conjuntamente con el Gobierno Federal la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, por considerar que es el instrumento de política ambiental más adecuado para armonizar las actividades humanas y el medio ambiente de manera que se puedan asegurar condiciones de sustentabilidad en el corto, mediano y largo plazo. En este sentido, ésta sólo podrá darse con base en tres ejes: el económico, el social y el ambiental, que a su vez están compuestos por múltiples variables. Por lo tanto, estamos ante la oportunidad de incorporar las visiones y los proyectos de manera que no se frene el desarrollo del estado, enmarcando dicho desarrollo en criterios de sustentabilidad, integralidad y transversalidad.

Una UGA es la unidad mínima territorial en la que se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial, aunados con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad. Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que compartan características naturales, sociales y

productivas, así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. La identificación de unidades territoriales homogéneas enfocadas hacia la planeación territorial y el manejo de recursos naturales tienen su antecedente más directo en el proceso de regionalización (ambiental o ecológica) y en la ecología del paisaje. Las unidades resultantes pueden ser segmentadas en función de las características económicas que encontremos en las comunidades, las características sociales y culturales de la población que ahí habita, o bien por la presencia de conflictos o problemas ambientales. También pueden ser subdivididas por cuestiones de competencias en la aplicación de la administración. La construcción de este tipo de unidades parte de la identificación de unidades homogéneas y la vinculación con sus características socioeconómicas y culturales; por lo que el proyecto se ubica en las UGAs 1.2F "*Planicie Chemax - Oriente*" y 1.2E "*Planicie Sotuta – Valladolid – Calotmul"* de acuerdo al POET del estado de Yucatán.

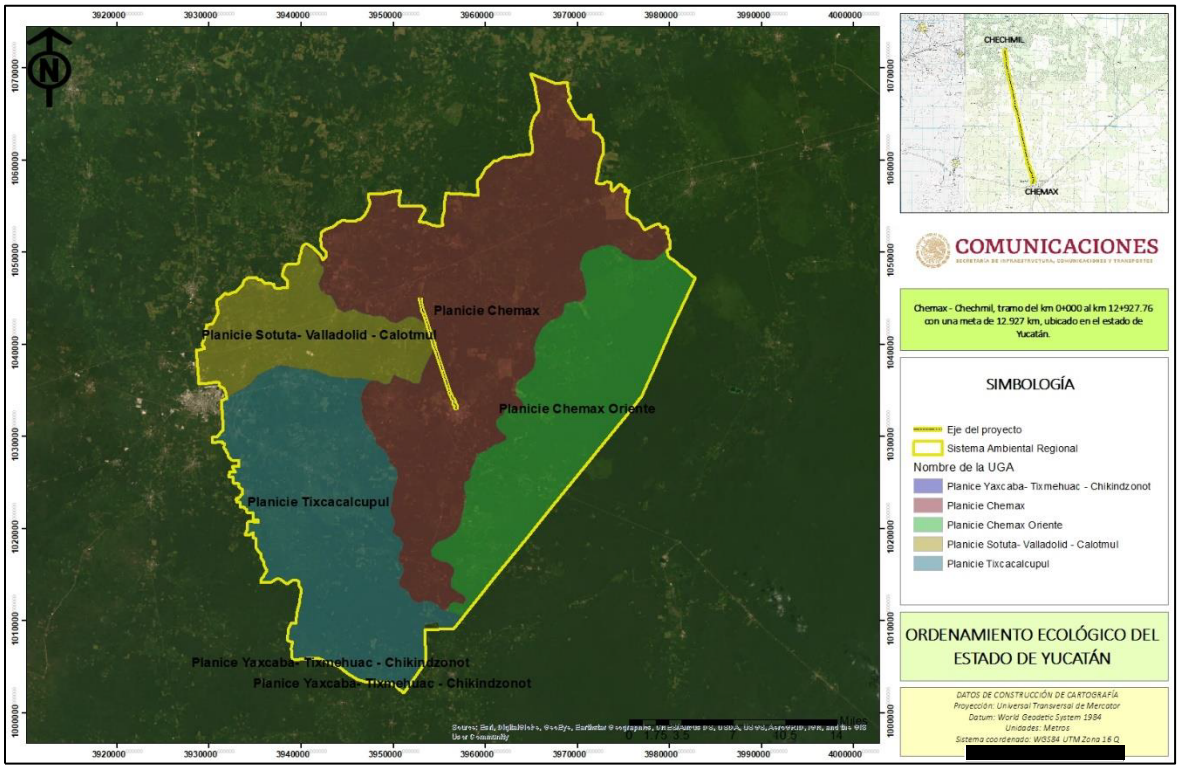


Figura III.1 Ubicación del proyecto dentro del OET del estado de Yucatán.

Tabla III.1 Descripción de las UGAs en la que se encuentra el proyecto de acuerdo al POET del estado de Yucatán.

UGA	Nombre de la UGA	Política	Uso principal	Usos	Criterios ecológicos
1.2E	Planicie Sotuta-Valladolid - Calotmul	Aprovechamiento	Agricultura	Predominante Agricultura. Compatible Asentamientos humanos, turismo	**P** – 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16. **C** – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13.

UGA	Nombre de la UGA	Política	Uso principal	Usos	Criterios ecológicos
				alternativo, actividades cinegéticas y agroforestería. Condicionado Industria y ganadería extensiva. Incompatible Bancos de extracción de materiales pétreos y porcicultura.	**A** – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, **R** – 1, 5, 6, 8, 9.
1.2F	Planicie Chemax Oriente	Conservación	Conservación y manejo de ecosistemas	Predominante Conservación y manejo de ecosistemas. Compatible Apicultura, silvicultura, actividades cinegéticas y agroforestería. Condicionado Agricultura tecnificada. Incompatible Industria y ganadería extensiva o semi-extensiva, bancos de extracción de materiales pétreos y campos de golf.	**P** – 1, 2, 3, 5, 9, 12, 13, 14, 16. **C** – 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13. **A** – 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 21. **R** – 1, 5, 6, 11, 16.

El uso principal de las UGAs determina las actividades que se pueden desarrollar en la UGA, por lo cual, a continuación, se describen los usos de cada UGA de acuerdo al ordenamiento ecológico estatal de Yucatán.

Unidades de Gestión Ambiental que tienen como uso principal la Agricultura:

Por las condiciones de humedad y la baja fertilidad de los suelos, el potencial para el desarrollo de la agricultura en el Estado es bajo, se propone el desarrollo de esta actividad en áreas donde históricamente se ha practicado. Para ello, se deben tomar las medidas adecuadas para evitar la degradación de los suelos y la contaminación y abatimiento del manto freático, así como lograr una organización de la misma que posibilite introducir mejoras técnicas con vistas a lograr incrementos significativos de producción y productividad. Ello permitirá mejorar las condiciones de vida de las comunidades dedicadas a esta actividad. La consolidación y/o el apoyo al desarrollo del cultivo de hortalizas, papaya y cítricos permitirían incrementar los niveles de competitividad para ingresar al mercado estatal y regional en mejores condiciones económicas y financieras. Dos unidades de gestión ambiental (1.2D y 1.2E) en el estado, con una superficie de 8,788 km^2, es decir, el 22.38% del área total del Estado se incluyen en este uso. En las mismas habitan algo más de 155,416

(9.37 % del total del estado) habitantes con una densidad media de 17 hab/km^2, existen un total de 661 localidades (19.66 % del total del estado). El análisis realizado para conformar esta propuesta de uso permitió establecer que estas unidades no se encuentran formando un todo homogéneo, sino que presentan diferencias en algunos indicadores socioeconómicos y de infraestructura, aspectos que deben considerarse durante la formulación de políticas específicas de desarrollo para las mismas. En los territorios que tienen la propuesta de uso agrícola se propone, de manera diferenciada según la región de que se trate, el desarrollo de la actividad citrícola con técnicas apropiadas, combinándose esto con el cultivo de hortalizas y papaya y el desarrollo de la apicultura aprovechando el valor de la floración de las plantaciones frutícolas. El establecimiento de especies frutales tropicales que pueden llegar a tener valor comercial en el marco del TLC y que, en el mercado globalizado, los Estados Unidos de Norte América y Canadá no producen.

Unidades de Gestión Ambiental que tienen como uso principal la Conservación y el Manejo de Ecosistemas:

Se localizan a lo largo de todo el estado y al Sur en la meseta, comprenden 9 unidades de gestión ambiental (1.2B, 1.2F, 1.2G, 1.2H, 1.2I, 1.2K, 2A, 2B, 2C). Las mismas ocupan un área de 9,418.59 km2 (23.98 % de la superficie total del estado), habitan en su territorio una población de 74,047 habitantes (4.47% de la población total), con una densidad media de 7 hab/km^2, inferior al promedio para la entidad que se estimaba en 42 hab/km^2 (año 2000). En estas unidades se localizan 386 localidades, el 11.48% del total de las localidades, así como el 2.78% de las carreteras pavimentadas existentes en la entidad. Los valores antes mencionados reflejan que las características de estas unidades no han sido propicias en el pasado y presente para un poblamiento de alta densidad. En estos territorios se propone la conservación de los suelos, la flora y la fauna, combinándolo con el aprovechamiento forestal y el fomento de plantaciones forestales que tiendan a mejorar y enriquecer la vegetación natural existente en el mediano y largo plazo. Se recomienda el uso de estas áreas para el turismo de naturaleza, bajo normas de manejo apropiadas que regulen la capacidad de carga para cada ecosistema en específico. Además, se debe promover el uso y conservación de los recursos existentes, especialmente aquellos relacionados con especies vegetales de valor comercial, medicinal u ornamental. Las actividades productivas que se desarrollen en estos territorios como, por ejemplo, la silvicultura, la apicultura y turismo, la cacería furtiva, la extracción no controlada de materiales para construcción, los desmontes para actividades agropecuarias no permitidas y todas aquellas incompatibles con la fragilidad de estos ecosistemas deben ser cuidadosamente controladas.

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos descritos para cada UGA en que se ubica el proyecto.

Tabla II.1 Vinculación del proyecto con la UGA 1.2E del OET de Yucatán.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
Protección	1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, como medida compensatoria por el desarrollo del proyecto.
	2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto; así mismo, el proyecto promoverá el desarrollo socioeconómico al brindar un acceso a los servicios básicos a la localidad de Chechmil.
	5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.	El proyecto implementará un plan de manejo de los residuos solidos con el fin de llevar el confinamiento y disposición final de los residuos de la obra civil, además se menciona, que durante ninguna etapa del proyecto se utilizarán materiales tóxicos o biológicoinfecciosos.
	6	No se permite la construcción a menos de 20 mts de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente	El proyecto no se encuentra cercano a un cuerpo de agua ya sea lótico o léntico, por lo cual este criterio se no aplica al proyecto.
	9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	Durante la etapa de preparación del sitio no se utilizará la quema de vegetación, ni la aplicación de herbicidas o defoliantes.
	10	Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	Durante las diferentes etapas del proyecto el almacenaje de combustible se realizará por medio de bidones de 20 litros, apegados a las normas de protección civil.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	El proyecto llevará la construcción de 3 pasos de fauna silvestre en sitios identificados como zonas potenciales de desplazamiento de fauna.
	13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El proyecto no se encuentra dentro de alguna zona considerada como corredor biológico, ni dentro de alguna ANP, AICA, RTP, sitio Ramsar o cenotes cercanos, por lo cual, no se afectará el desplazamiento de la fauna silvestre.
	14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	Como acciones de compensación por el desarrollo del proyecto, se propone la reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
Conservación	1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, rescate y reubicación de flora y fauna, construcción de pasos de fauna, implementación de concientización ambiental, manejo de residuos sólidos e implementación de las normas de protección ambiental.
	2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	Como acciones de compensación por el desarrollo del proyecto, se propone la reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, lo que reducirá la perdida de suelo.
	3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Se llevará a cabo acciones de concientización ambiental para evitar que el personal de la obra introduzca o extraiga flora y fauna.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, rescate y reubicación de flora y fauna, construcción de pasos de fauna, implementación de concientización ambiental, manejo de residuos sólidos e implementación de las normas de protección ambiental.
	6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	El proyecto implementará un plan de manejo de los residuos solidos generados de la obra civil, para su almacenamiento y disposición final adecuada.
	8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	El proyecto implementará un plan de manejo de los residuos sólidos generados de la obra civil, para su almacenamiento y disposición final adecuada.
	9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	El proyecto cuenta con las obras de drenaje menor (3 obras) necesarias de acuerdo al proyecto ejecutivo, con lo que se encausará el agua de lluvia que caiga sobre la carpeta asfáltica a las orillas del proyecto.
	10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	La SICT implementa en las carreteras de su jurisdicción un programa anual de mantenimiento, el cual incluye la limpieza del derecho de vía y obras de drenaje.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	La vegetación presente no se encuentra dentro del pago de algún tipo de servicio ambiental y la vegetación presente corresponde a especies secundarias de selva mediana subcaducifolia, por lo que el promovente propone la implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación que eviten el decremento de la calidad ambiental de la zona.
Aprovechamiento	1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR que mantengan la fertilidad del suelo y eviten la pérdida del suelo.
	2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	En el área propuesta de reforestación se implementarán las medidas fitosanitarias, de prevención de incendios y medidas que permitan un mínimo del 80% de supervivencia de la reforestación.
	3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	En el área propuesta de reforestación se implementarán las medidas fitosanitarias, de prevención de incendios y medidas que permitan un mínimo del 80% de supervivencia de la reforestación.
	5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	15	No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
Restauración	1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, así como, el rescate y reubicación de fauna y la construcción de pasos de fauna para evitar causar desequilibrios ambientales en las poblaciones de flora y fauna.
	8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	El proyecto cuenta con las obras de drenaje menor (3 obras) necesarias de acuerdo al proyecto ejecutivo, con lo que se encausará el agua de lluvia que caiga sobre la carpeta asfáltica a las orillas del proyecto.

Tabla II.2 Vinculación del proyecto con la UGA 1.2F del OET de Yucatán.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
Protección	1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, como medida compensatoria por el desarrollo del proyecto.
	2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto; así mismo, el proyecto promoverá el desarrollo socioeconómico al brindar un acceso a los servicios básicos a la localidad de Chechmil.
	3	Evitar el cambio de uso de suelo en las depresiones y montículos kársticos al igual que las pendientes que presentan en general un estado alto de conservación.	
	5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.	El proyecto implementará un plan de manejo de los residuos sólidos con el fin de llevar el confinamiento y disposición final de los residuos de la obra civil, además se menciona, que durante ninguna etapa del proyecto se utilizarán materiales tóxicos o biológicoinfecciosos.
	9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	Durante la etapa de preparación del sitio no se utilizará la quema de vegetación, ni la aplicación de herbicidas o defoliantes.
	12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	El proyecto llevará la construcción de 3 pasos de fauna silvestre en sitios identificados como zonas potenciales de desplazamiento de fauna.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El proyecto no se encuentra dentro de alguna zona considerada como corredor biológico, ni dentro de alguna ANP, AICA, RTP, sitio Ramsar o cenotes cercanos, por lo cual, no se afectará el desplazamiento de la fauna silvestre.
	14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	Como acciones de compensación por el desarrollo del proyecto, se propone la reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
Conservación	1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, rescate y reubicación de flora y fauna, construcción de pasos de fauna, implementación de concientización ambiental, manejo de residuos sólidos e implementación de las normas de protección ambiental.
	2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	Como acciones de compensación por el desarrollo del proyecto, se propone la reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, lo que reducirá la perdida de suelo.
	3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Se llevará a cabo acciones de concientización ambiental para evitar que el personal de la obra introduzca o extraiga flora y fauna.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, rescate y reubicación de flora y fauna, construcción de pasos de fauna, implementación de concientización ambiental, manejo de residuos sólidos e implementación de las normas de protección ambiental.
	5	No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	Los bancos de préstamo y tiro requeridos por la empresa constructora son responsabilidad de la misma, teniendo en cuenta que estos deben cumplir con la normatividad vigente y las autorizaciones mineras y ambientales.
	8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	El proyecto implementará un plan de manejo de los residuos sólidos generados de la obra civil, para su almacenamiento y disposición final adecuada.
	9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	El proyecto cuenta con las obras de drenaje menor (3 obras) necesarias de acuerdo al proyecto ejecutivo, con lo que se encausará el agua de lluvia que caiga sobre la carpeta asfáltica a las orillas del proyecto.
	10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	La SICT implementa en las carreteras de su jurisdicción un programa anual de mantenimiento, el cual incluye la limpieza del derecho de vía y obras de drenaje.
	13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	La vegetación presente no se encuentra dentro del pago de algún tipo de servicio ambiental y la vegetación presente corresponde a especies secundarias de selva mediana subcaducifolia, por lo que el promovente propone la implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación que eviten el

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
			decremento de la calidad ambiental de la zona.
Aprovechamiento	1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR que mantengan la fertilidad del suelo y eviten la pérdida del suelo.
	2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	En el área propuesta de reforestación se implementarán las medidas fitosanitarias, de prevención de incendios y medidas que permitan un mínimo del 80% de supervivencia de la reforestación.
	3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	En el área propuesta de reforestación se implementarán las medidas fitosanitarias, de prevención de incendios y medidas que permitan un mínimo del 80% de supervivencia de la reforestación.
	5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
	14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	21	Se debe promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizalesinducidos.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
Restauración	1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto.
	5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, así como, el rescate y reubicación de fauna y la construcción de pasos de fauna para evitar causar desequilibrios ambientales en las poblaciones de flora y fauna.
	11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR.
	16	Establecer programas de monitoreo ambiental.	El proyecto tiene como objetivo la construcción de un camino que una a

Política	Criterio	Descripción del criterio	Vinculación con el proyecto
			las localidades de Chemax y Chechmil, por lo que este criterio se encuentra fuera de los alcances del proyecto. Sin embargo, el proyecto propone llevar a cabo acciones de reforestación con especies nativas de la Vs/SMSp dentro del SAR, rescate y reubicación de flora y fauna, construcción de pasos de fauna, implementación de concientización ambiental, manejo de residuos sólidos e implementación de las normas de protección ambiental.

De acuerdo al ordenamiento ecológico estatal de Yucatán, el proyecto no se contrapone a los criterios ecológicos establecidos para las UGA 1.2E y 1.2F, siendo que el proyecto favorecerá el desarrollo económico y social de las localidades involucradas, por lo que jurídicamente a lo establecido en el ordenamiento ecológico estatal de Yucatán, el proyecto es considerado viable y sin restricciones ecológicas.

III.1.3 Ordenamientos ecológicos regionales y/o locales

De acuerdo a la página web de la SEMARNAT Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), dentro de los ordenamientos ecológicos locales o regionales decretados a la fecha, el estado de Yucatán no presenta ordenamientos ecológicos regionales ni locales.

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

Debido a su ubicación geográfica y su relieve diverso, México posee una gran diversidad de ecosistemas y por resultado una gran diversidad y riqueza de recursos naturales, mismos que han constituido la base del desarrollo nacional proporcionando productos, insumos, servicios y espacios para el progreso de la economía y la generación de riqueza para el país.

Las civilizaciones han modificado el paisaje terrestre removiendo los ecosistemas originales y secando lagos y ríos, así mismo han orillado a la extinción a numerosas especies y sobrecargado la atmósfera con gases contaminantes que causan cambios en el clima; aunado a ello, los productos que se emplean en la vida diaria provienen de la explotación de los recursos naturales. Los alimentos, la madera empleada para la construcción, el papel, el plástico y los químicos que se emplean en la industria, agricultura o el hogar, todos de alguna manera están relacionados con ligeras perturbaciones o severos daños al ambiente.

Desafortunadamente el desarrollo económico se ha privilegiado por encima de los costos ambientales netos, ya que utilizan los recursos naturales de país transformándolos para crear riqueza y esta transformación, en la mayoría de los casos, ha sido destructiva sin que esta destrucción ambiental haya repercutido en una mejora en la calidad de vida y la economía

de los distintos sectores de la sociedad, especialmente de los que viven en condiciones de mayor marginación en el país.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas federales y estatales

Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción de territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y cuyas características no han sido esencialmente modificadas. Estas zonas son manejadas bajo el instrumento político con mayor definición jurídica para la conservación, regulando sus actividades bajo el marco normativo de la LGEEPA, estando sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. El Sistema Ambiental Regional ni el proyecto se encuentra dentro de alguna ANP federal, estatal o municipal, por lo que no se pondrá en riesgo la biodiversidad ni especies de interés ecológico; sin embargo, se establecerán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales dentro del SAR.

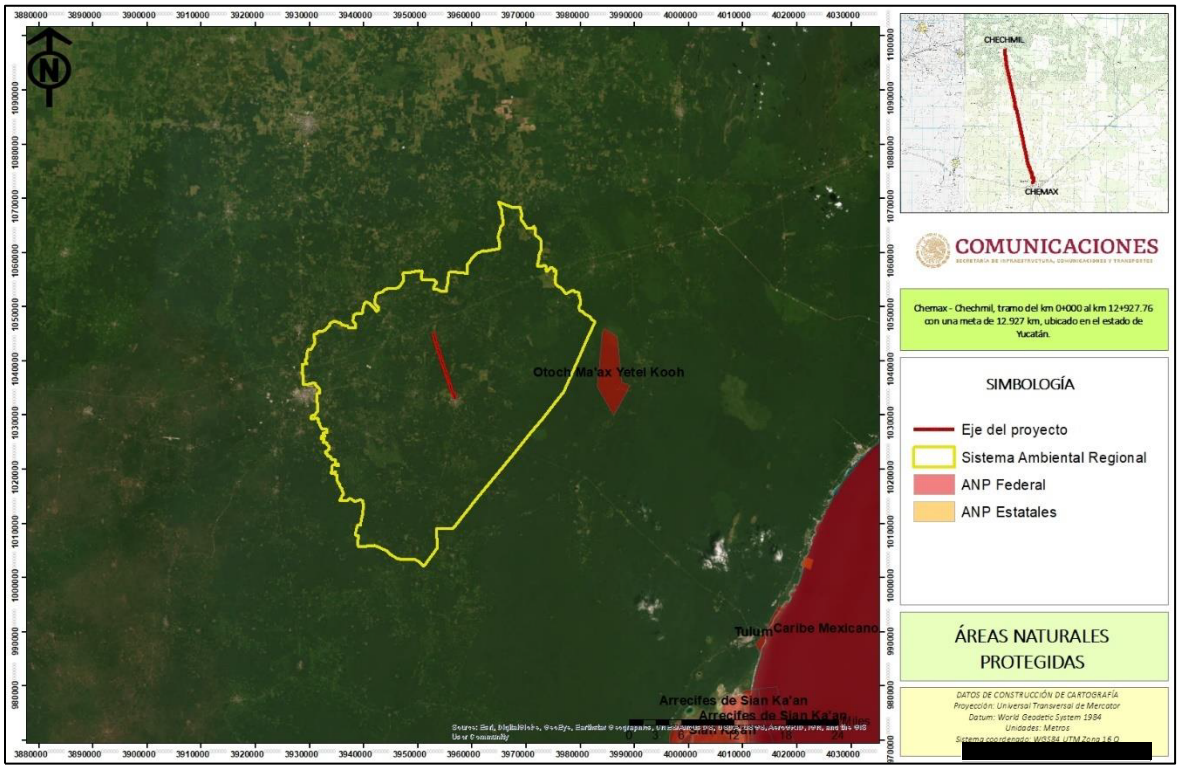


Figura III.2 Áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal cercanas al proyecto.

III.2.2 Área de Importancia para la Conservación de las Aves

Las AICA surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. El proyecto no se encuentra dentro de alguna AICA, pero el Sistema Ambiental

Regional limita con la AICA "Corredor central Vallarta – Punta laguna", la cual se localiza entre los estados de Quintana Roo y Yucatán. Es una región muy aislada, de alto endemismo y riqueza en todos los grupos y presencia de especies de distribución restringida. A pesar de que el Sistema Ambiental Regional no se encuentra dentro de la AICA, sin embargo el proyecto implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en la avifauna del área del proyecto.

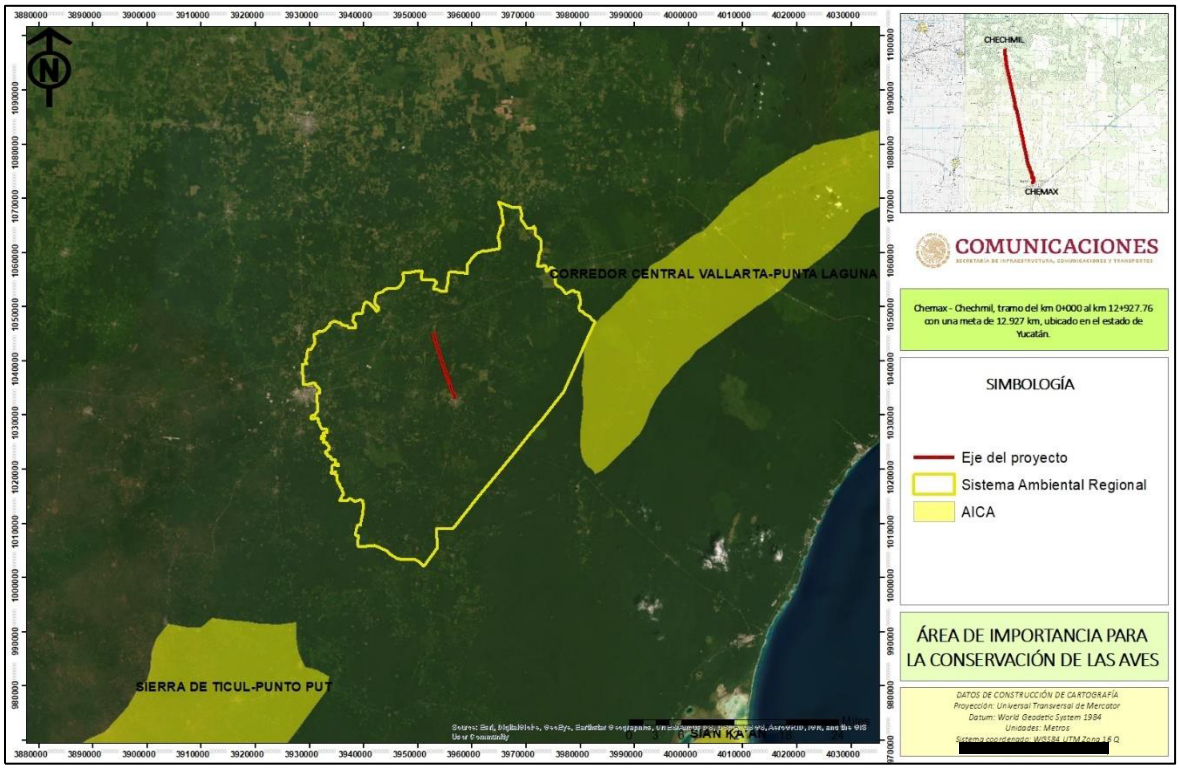


Figura III.3 Áreas de importancia para la conservación de las aves cercanas al proyecto.

III.2.3 Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El SAR ni el área del proyecto se encuentran dentro de laguna RTP, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en el área del proyecto.

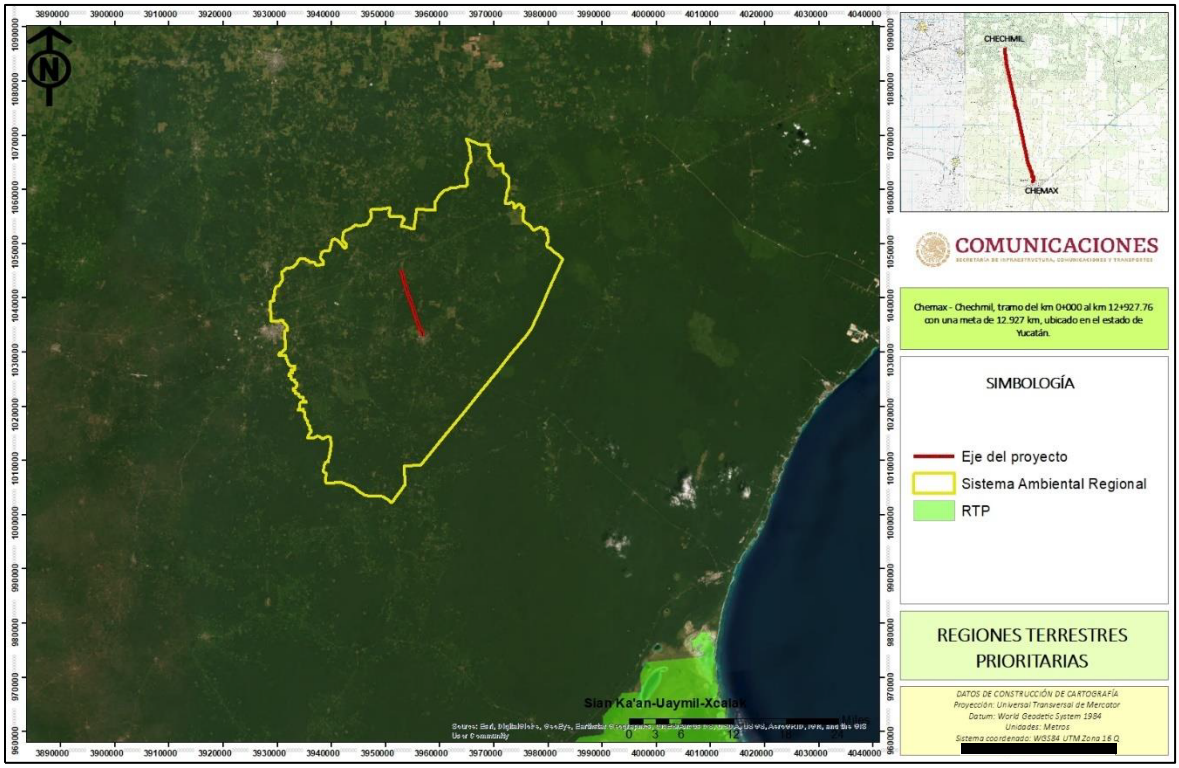


Figura III.4 Regiones terrestres prioritarias cercanas al proyecto.

III.2.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias tienen el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El SAR y área del proyecto no se encuentran dentro de alguna RHP, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios en las aguas subterráneas en el área del proyecto.

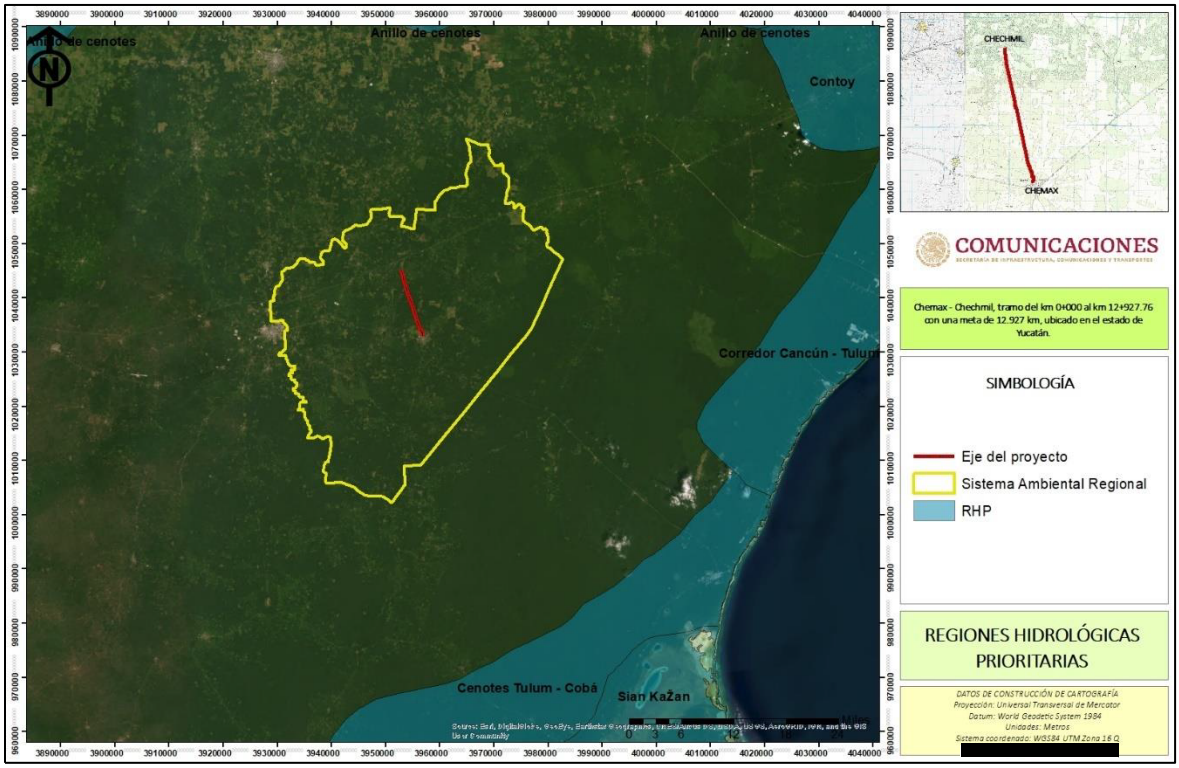


Figura III.5 Regiones hidrológicas prioritarias en las que se ubica el SAR y proyecto.

III.2.5 Sitios Ramsar

Este tipo de lugares son humedales protegidos por ser considerados cunas de diversidad biológica, es decir, son de los entornos más productivos del mundo y refugio de varias especies de flora y fauna. México ocupa la segunda posición de países con mayor número de sitios RAMSAR, ya que cuenta con 142, los cuales suman una superficie de 8,657,057 hectáreas. El Sistema Ambiental ni el área del proyecto no se encuentran cercanos a algún Sitio Ramsar, por lo que no se pondrá en riesgo el estado de conservación de estos sitios, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención y mitigación para evitar causar desequilibrios ambientales en el área del proyecto.

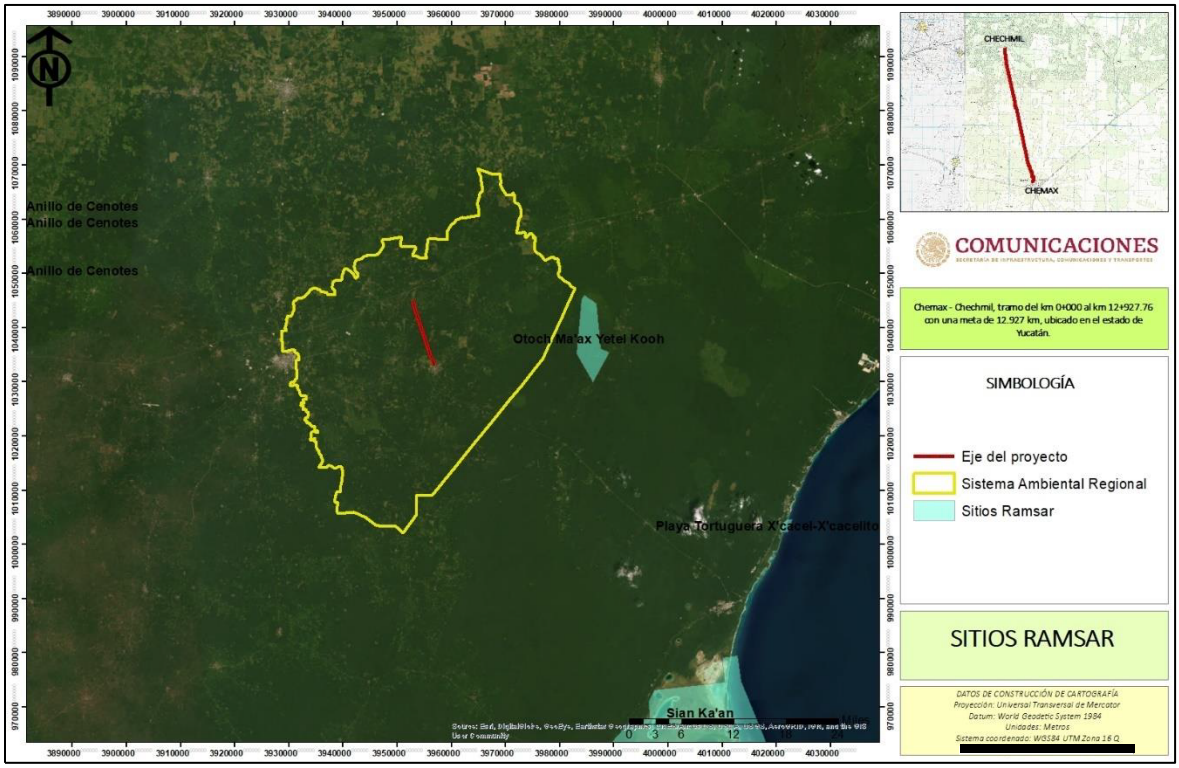


Figura III.6 Sitios Ramsar cercanos al SAR y proyecto.

III.2.5.1 Anillo de cenotes

Fue decretada como Área Natural Protegida con categoría de Reserva Estatal el 19 de octubre de 2013, con una superficie de 219,207.83 hectáreas, abarcando los municipios de Seyé, Acanceh, Timucuy, Homún, Cuzamá, Tecoh, Tekit, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Hocabá, Sanahcat y Huhí del estado de Yucatán. Está ubicada en el parteaguas del anillo de cenotes conocida como “ruta de cenotes”, se encuentra fisiográficamente en terrenos de la planicie costera. Su objetivo principal es garantizar que los beneficios derivados de los servicios, particularmente hidrológicos, de los ecosistemas contenidos en su territorio se distribuyan de forma equitativa para mejorar la calidad de vida. Debido a su importancia ecológica es declarada Humedal de Importancia Internacional (RAMSAR) el 2 de febrero de 2009, con el número de registro 2,043. El sistema ambiental regional y el proyecto no cruza ningún cenote, el más cercano se ubica a 667 metros del eje del proyecto, por lo cual se encuentra fuera de la línea de ceros y del derecho de vía, por lo que este cenote no será afectado por el proyecto.

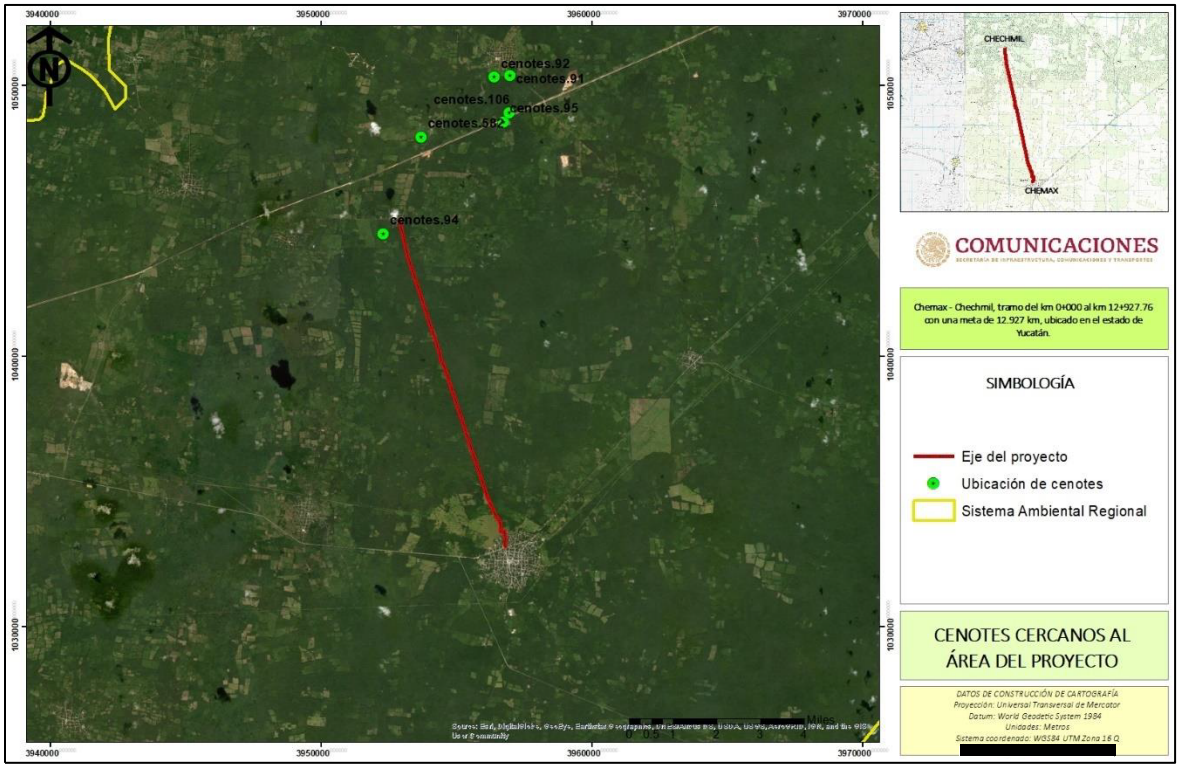


Figura III.7 Cenotes cercanos al proyecto.

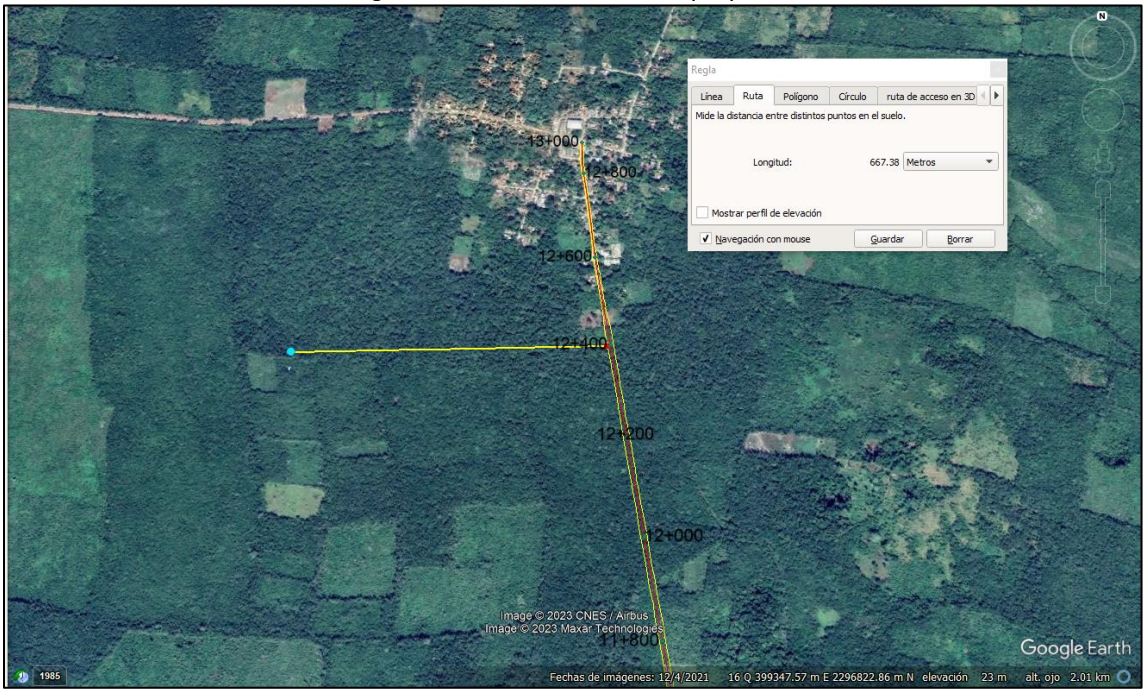


Figura III.8 Distancia del cenote con la línea de ceros del proyecto. Fuente: CONABIO-CONAGUA.

III.3 Planes o programas de desarrollo urbano municipal

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2024

El PND 2019-2024 presenta una propuesta para la transformación de la vida pública de México para el bienestar de todas y todos. Para lograr esta transformación, los objetivos y las estrategias que se plantean en este documento están encaminadas a atender las principales causas de fondo que han impedido el desarrollo nacional, descritas en el diagnóstico que antecede esta sección. En ese sentido, la reconstrucción supone un periodo para transitar hacia un México más próspero, seguro y justo. Una de estas causas ha sido la incapacidad de robustecer al mercado interno para apuntalarlo como un detonador de desarrollo del país, complementado por el sector exportador. Al no fortalecer las fuentes internas de desarrollo se ha mantenido y exacerbado la pobreza e incluso pobreza extrema.

El Gobierno de México de esta manera pone al individuo como sujeto de derechos en el centro del quehacer gubernamental, lo que se traduce en la búsqueda activa del bienestar de la población y en un desarrollo económico y social equitativo, sostenido y balanceado, que facilite el desenvolvimiento pleno de todas las personas por igual. Por ello, el desarrollo nacional pleno se sustentará los próximos seis años en acciones coordinadas en tres pilares:

- Afianzar la justicia y el Estado de Derecho para que el gobierno sea garante de los derechos humanos establecidos en la Constitución y para construir un país donde impere la ley y la justicia;
- Garantizar el goce de los derechos sociales y económicos establecidos en la Constitución,
- Incentivar un desarrollo económico dinámico, equilibrado, sostenible y equitativo que amplíe las capacidades, presentes y futuras de todas las personas.

De esta manera, el Gobierno de México se compromete a construir un nuevo pacto social, el cual supone que cada uno de los integrantes de la sociedad también cumplirá con sus responsabilidades para construir el México que logrará vincular armónicamente a la diversidad de México que existen.

Con base en la situación a la que se enfrenta México, el objetivo del PND 2019-2024 será transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos y todas. Tal transformación requiere la articulación de políticas públicas integrales que se complementen y fortalezcan, y que en su conjunto construyan soluciones de fondo que atiendan la raíz de los problemas que enfrenta el país. El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas: 1) Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; 3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible. Estos tres ejes se refieren a las características que agudizan los problemas a los que se enfrenta México y cuya atención deberá estar presente en todo el proceso que siguen las políticas públicas; es decir, desde su diseño hasta su implementación en el territorio por el Gobierno de México.



III.3 Eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible”

El eje transversal 3 parte de un diagnóstico general donde se reconoce que toda acción que se toma en el presente incide en las capacidades de las generaciones futuras y que toda política pública actúa en un territorio, entendido este último como el espacio en donde se desarrollan las relaciones sociales y se establecen los seres humanos en los ámbitos cultural, social, político y económico. La falta de una adecuada comprensión del territorio y sus implicaciones puede mermar la capacidad de incidencia de las políticas públicas en el presente, mientras que ignorar las consideraciones de sostenibilidad puede limitar los alcances de éstas en el futuro. Es por ello que resulta necesario promover que las mismas contemplen un enfoque que articule el quehacer con el desarrollo basado en la sostenibilidad económica, social y ambiental sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Es fundamental considerar tanto la viabilidad financiera, fiscal y económica como el mantenimiento de la cohesión social y la conservación y protección de la biodiversidad y los ecosistemas mediante la planeación y el ordenamiento territorial. Una comprensión adecuada del territorio y del desarrollo sostenible es fundamental para poder alcanzar los objetivos que se plantea esta administración, así como para garantizar un mayor bienestar a las generaciones presentes y futuras.

Es necesario incorporar consideraciones territoriales cuando se busca garantizar los derechos humanos y sociales en todos los niveles; es imposible hablar, por ejemplo, de

derecho a la salud, a la educación, a la alimentación, al agua, a un medio ambiente sano y al deporte si no se toman acciones efectivas para garantizar la sostenibilidad medioambiental de los ecosistemas y de las cuencas. De igual manera, el desarrollo económico que impulsará la presente administración no pondrá en riesgo el goce de los derechos de las generaciones futuras, considerará la sostenibilidad económica tanto de los programas sociales como de los mecanismos de inclusión financiera que promuevan el desarrollo regional vinculado a la construcción de nueva infraestructura.

En tal sentido, la incorporación del eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible” para el PND reconoce la construcción territorial plasmada en los artículos 42 al 48° de la Constitución Federal, así como la relevancia de un medio ambiente sano previsto en el artículo 4° de la citada Constitución.

Atendiendo los nuevos enfoques de política pública de la presente administración, el Gobierno de México se ajustará a los cinco criterios siguientes:

1. La implementación de la política pública o normativa deberá incorporar una valoración respecto a la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
2. Toda política pública deberá contemplar, entre sus diferentes consideraciones, la vulnerabilidad ante el cambio climático, el fortalecimiento de la resiliencia y las capacidades de adaptación y mitigación, especialmente si impacta a las poblaciones o regiones más vulnerables.
3. En los casos que resulte aplicable, la determinación de las opciones de política pública deberá favorecer el uso de tecnologías bajas en carbono y fuentes de generación de energía renovable; la reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera, el suelo y el agua, así como la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
4. Toda política pública considerará la localización del problema público a atender en su diagnóstico, así como si este se localiza homogéneamente en el territorio nacional o se concentra en alguna región, zona metropolitana, núcleo o comunidad agraria o rural, ciudad o barrio.
5. El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios públicos, y de ser así, incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación, y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

El eje general de “Desarrollo económico” tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

El fin último de la acción gubernamental es la mejora continua y sostenida de la calidad de vida y el bienestar de toda la población, la erradicación de la pobreza y de las condiciones que generan la desigualdad. El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad. El papel del Estado es propiciar este desarrollo cuidando que en este proceso no se margine a ninguna persona, grupo social o territorio, garantizando el ejercicio pleno de los derechos de los individuos. Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país, entre todas las personas y también entre generaciones. El gobierno debe asegurar que los recursos naturales, humanos y físicos de México sean aprovechados de una manera en que se maximicen el bienestar y la distribución, promoviendo el uso responsable de estos recursos y asegurando la capacidad de las generaciones futuras de continuar mejorando su calidad de vida.

Se favorecerá la integración de las empresas pequeñas en las cadenas de valor y el comercio internacional, la inversión nacional y extranjera en las regiones rezagadas y en diversos sectores económicos, y la modernización de la infraestructura que conecte a las regiones marginadas. Las políticas implementadas tomarán en cuenta las disparidades en las condiciones iniciales de los diferentes territorios, por lo que se priorizará la integración de todas las personas a lo largo del territorio para que la prosperidad sea compartida. También es importante mejorar la conectividad de las poblaciones y las vías de comunicación para el transporte de bienes y servicios, dentro y hacia afuera del país de manera rápida, segura y confiable. Esto favorecerá que los productores tengan acceso a un mercado más grande y que los bienes puedan ser distribuidos. Por lo tanto, se promoverán los proyectos que faciliten que México esté conectado al interior a través de una infraestructura de transportes eficiente, ligado a la economía global a través de un marco jurídico adecuado.

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país.

Por un lado, la infraestructura social ayuda disminuyendo la disparidad de oportunidades acercando a la gente a servicios básicos como salud, educación y saneamiento. Por el otro, la infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados.

México tiene un fuerte problema de desigualdad económica entre regiones y dentro de las propias zonas metropolitanas. En algunas regiones, la infraestructura de transporte es precaria o inexistente, mientras que en otras se presentan problemas de capacidad, reflejo de la insuficiencia de la infraestructura disponible para cubrir las necesidades de la población. En general, persiste una falta de planeación integral de largo plazo en la construcción de infraestructura y, en particular, el país carece de un enfoque multimodal de la infraestructura de transportes. Este enfoque se refiere a la capacidad de articular la infraestructura carretera, de autotransporte, aeropuertos, puertos y ferrocarriles para agilizar las operaciones de transbordo de mercancías de forma más rápida. Estos problemas han mantenido vigente una conectividad, deficiente, impidiendo el desarrollo igualitario y equilibrado del país.

Por lo anterior, el Gobierno de México impulsará el desarrollo de una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, que integre a todas las regiones en la dinámica de crecimiento y conecte a las personas en todo el territorio y facilite el traslado de bienes y servicios a través del país. Esto potenciará la competitividad de México y favorecerá un desarrollo económico equilibrado e incluyente. Para lograr el objetivo, el Gobierno de México promoverá una visión de conectividad y logística multimodal que impulse el desarrollo regional de largo plazo. Por lo anterior, se complementará la infraestructura carretera con proyectos de conexión y transferencia modal para aumentar la eficiencia en transporte de bienes y servicios.

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.

3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.

Con lo descrito en el PND 2019 – 2024, el proyecto se integra a las políticas de Desarrollo Sustentable y al eje de Desarrollo económico del gobierno federal y propiciará la integración de las localidades más apartadas de los centros políticos, sociales y económicos del país: promoviendo el desarrollo socioeconómico de las regiones más alejadas del país. Además,

de llevarse a cabo el desarrollo del proyecto de manera sustentable y amigable con el ambiente, y generando empleo temporal en la región.

III.3.2 Plan Nacional de infraestructura 2018 – 2024

El Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes 2020-2024 (PSCyT), es un programa derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, que se realiza en cumplimiento a lo establecido en el artículo 26, apartado A, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; el presente instrumento es acorde con el Apartado III, Economía del PND 2019-2024, dentro del rubro denominado "Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo", que señala que el sector público, fomentará la creación de empleos, mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura. De lo anterior, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de Planeación en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, la formulación del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020 2024, corresponde a la SICT, siendo esta dependencia también, la responsable de coordinar su publicación, ejecución y seguimiento. Dentro de las estrategias y objetivos prioritarios del PSCyT 2020 – 2024, en el rubro carretero sobresale el objetivo 5.1, el cual menciona;

5.1 Objetivo prioritario 1: Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.

La importancia de la infraestructura carretera es fundamental, ya que facilita el tránsito de personas y mercancías, une poblaciones, da acceso a bienes y servicios e integra a comunidades en zonas aisladas y marginadas.

La construcción, la conservación y el mantenimiento de estos activos son indispensables para el desarrollo económico y el bienestar social del país. Su relevancia queda manifiesta, ya que el transporte tanto de carga como de pasajeros por vía terrestre, desplaza el 55.6% de la carga y al 95.7% de los pasajeros dentro de la distribución modal de viajes. En particular, la Región Sur-Sureste, incluye las entidades con mayores niveles de marginación como Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla; por lo que es de suma importancia la necesidad de desarrollar las acciones que reduzcan dichos índices de marginación, entre ellas la construcción de caminos de acceso y pavimentación de caminos rurales.

Contar con los elementos básicos para llevar a cabo los trabajos constructivos, como son:

- Liberación del derecho de vía (LDV)
- Proyecto ejecutivo (PE)
- Autorización en materia de impacto ambiental (MIA)

- Cambio de uso de suelo (CUS)

Así mismo, dentro de las estrategias prioritarias del PCCyT 2020 – 2024 se hace mención de la importancia del desarrollo de vías de comunicación de en las zonas más apartadas y marginadas de la república mexicana.

Estrategia prioritaria 1.4 Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.

- 1.4.1 Incrementar la cobertura de la red rural en zonas de alta y muy alta marginación.
- 1.4.5 Continuar con la pavimentación de caminos rurales y alimentadores en zonas de alta y muy alta marginación.
- 1.4.6 Construir y modernizar la infraestructura carretera para el desarrollo regional.
- 1.4.8 Continuar con el desarrollo regional de la zona sur sureste del país.

El proyecto se ajusta a los planes, objetivos y estrategias establecidas en el PSCyT 2020 – 2024, ya que este permitirá modernizar la infraestructura carretera actual, reducirá el rezago socioeconómico que se vive el municipio de Chemax, además de facilitar el traslado de personas, productos, bienes y servicios a las localidades involucradas en el proyecto.

III.3.3 Plan de Desarrollo Estatal del estado de Yucatán 2018 - 2024

El Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024, es la hoja de ruta resultado de un amplio ejercicio democrático que permitirá orientar las políticas y programas del Gobierno del Estado. El PED 2018 – 2024 del estado de Yucatán tiene 5 ejes principales; Yucatán Seguro y de Leyes bajo el marco de Derechos Humanos, Yucatán Próspero, Yucatán Socialmente Comprometido, Yucatán con Desarrollo Integral, Regional y Municipal y Yucatán con Gobierno Abierto y Transparente, por lo que dentro del PED el eje II Yucatán Próspero, hace mención de la importancia de la modernización de la red carretera estatal.

II Yucatán Próspero: un Yucatán que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de certidumbre financiera, estabilidad económica y la generación de empleos e igualdad de oportunidades. Considerando que hoy Yucatán cuenta con una Zona Económica Especial, la apuesta será por la diversificación del turismo, la infraestructura, la red hidráulica, la producción agroindustrial y la minería.

Infraestructura y conectividad: "Mejoramiento, Modernización y Ampliación de la Red Carretera del Estado". Para el Gobierno Estatal, la infraestructura de comunicaciones es un elemento fundamental para el desarrollo de las regiones. Con la creación de más infraestructura, se sientan las bases para generar bienestar y desarrollo comunitario, mejorar el ingreso e incrementar el acceso a los servicios básicos en las diferentes localidades de la entidad. A lo largo y ancho del Estado de Yucatán todavía hay localidades que no cuentan

con un camino pavimentado o una brecha. Algunos que sí existen, dada su antigüedad, demandan grandes inversiones para mantener sus condiciones de transitabilidad, en especial en las localidades con una población menor a 500 habitantes. Este problema persiste, sobre todo, debido a la dispersión geográfica de las comunidades, principalmente en las regiones de costa del estado.

El objetivo 2.6 del eje Yucatán Próspero hace mención de la importancia de la modernización de la red carretera del estado y en especial de la región de la montaña donde se ubica el proyecto.

Objetivo 2.6. Fortalecer las comunicaciones y el transporte en el Estado.

Estrategia 2.6.1. Invertir en nuevas tecnologías de comunicación y transporte público para la conectividad de Yucatán con el resto del país y del mundo.

Líneas de acción

• Realizar una inversión histórica para la rehabilitación, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura carretera, para comunicar a las regiones con sus localidades y al Estado con el resto del país, bajo criterios de impacto regional, bienestar social y con responsabilidad ecológica.

• Mejorar la infraestructura vial y de transporte de la entidad para facilitar la movilidad de los ciudadanos en una forma segura y confortable, con el fin de reducir el estancamiento y propiciar el desarrollo económico en las poblaciones rurales.

El proyecto se apega a los retos, estrategias y líneas de acción del PED de Yucatán 2018 – 2024, por lo cual el proyecto beneficiará de manera significativa la conectividad interna del estado de Yucatán, además de detonar el desarrollo socioeconómico de las localidades de Chemax y Chechmil.

III.3.4 Plan Municipal de Desarrollo de Chemax 2021 - 2024

El plan municipal de desarrollo establece los objetivos generales y específicos, estrategias, políticas, programas y acciones prioritarias para el desarrollo integral del municipio, los que incluyen los objetivos a largo plazo dentro del municipio de Chemax.

Dentro del plan municipal de desarrollo de Chemax 2021 – 2024 menciona en el rubro de infraestructura el siguiente punto:

Infraestructura para el desarrollo

Desarrollo urbano. *Chemax requiere de invertir en infraestructura tanto en la cabecera Municipal como en sus comisarias*, ya que existen deficiencias en pavimentación de calles, rehabilitación de parques y jardines, banquetas, entre otros.

8. Proyectos de infraestructura

8.1 Desarrollo urbano

- *Construcción de calles pavimentadas en diversas colonias del municipio*.
- Rehabilitación de calles pavimentadas en diversas colonias del municipio.
- Construcción de calles pavimentadas en diversas colonias de la localidad de xcan.

Como se menciona en el plan municipal de desarrollo de Chemax 2021 – 2024, el municipio requiere de la construcción de vialidades que satisfagan las necesidades de la población, por lo cual toma relevancia la construcción del camino Chemax – Chechmil, el cual permitirá mejorar la comunicación, además de reducir los costos y tiempos de traslado entre ambas localidades.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. Para la realización del proyecto se considerarán las siguientes normas oficiales mexicanas que regulan este tipo de actividad:

Descripción	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	No se realizarán descargas directas a los cuerpos de agua superficial, tanto, ríos, arroyos, embalses. Se garantizará la contratación de una empresa especializada o el uso de fosas sépticas para el tratamiento de este tipo de desechos a fin de no generar aguas residuales.
NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.	Se exigirá a los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto, el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma.
NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Se reglamentará al contratista para que garantice la emisión de las partículas se reduzca y se cumpla con la normatividad.
NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo proveniente del escape de motores	Una vez iniciada la obra y mientras duran las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del camino, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diesel, respectivamente,

Descripción	Vinculación
nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular de 3,857 kg.	produciendo gases contaminantes como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina y partículas suspendidas en forma de humo los motores que utilizan diesel, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra será responsabilidad de la empresa constructora.
NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escapa de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta NOM se tomará en cuenta para casos muy especiales en los que se tenga algún tipo de residuo clasificado como peligroso por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas. Se debe recalcar que la naturaleza del proyecto no generará este tipo de residuos por sus actividades, aunque existe la posibilidad de generación en muy baja escala por lo que no deberán mezclarse con otro tipo de residuos y deberán ser manejados según su naturaleza.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes.	Esta NOM deberá tomarse en cuenta para que posterior al trabajo de campo y determinación de especies se determine si existe o no algún ejemplar bajo esta NOM, y en caso de tener registró, se debe determinar cómo se actuara en este respecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escapa de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La maquinaria empleada en la obra, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado, esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible. Además de las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de Emisiones de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de medición.	
NOM-086-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	En este rubro el consumo de combustibles necesarios para el funcionamiento de equipos y maquinaria pesada, que ejecutarán las obras que contempla el proyecto, no deberán contener sustancias con características nocivas al medio natural como el plomo.

Descripción	Vinculación
NOM-161-SEMARNAT-2011. que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Esta NOM deberá tomarse en cuenta para todas las etapas de proyecto para identificar aquellos residuos que se denominen "de manejo especial" para su adecuado manejo. Cabe señalar que se estima que no se cumplan con las características rigurosas para la formulación de planes de manejo que deban presentarse ante SEMARNAT dada la naturaleza del proyecto, pero de cualquier forma la información presentada sobre los puntos para la formulación de planes de manejo será tomada en cuenta para realizar las labores de manejo de los residuos generados en las diferentes etapas de proyecto y por las diversas actividades.
NOM-001-STPS-2008 Norma que implanta condiciones de seguridad e higiene en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo.	La seguridad del trabajador durante el desarrollo de la obra es una las principales prioridades ya que se debe de contar con las medidas preventivas de seguridad e higiene, contar con los equipos de seguridad necesarios. La seguridad de los trabajadores será responsabilidad de la SICT y de la empresa constructora del tramo carretero.
NOM-004-STPS-1999 Norma que establece los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	
NOM-006-STPS-2014 Norma que se describe las condiciones y procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento de materiales.	
NOM-011-STPS-2001 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	
NOM-017-STPS-2008 Norma relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	

III.5 Otros instrumentos a considerar.

III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento

La LGEEPA se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;

- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; y
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

En los siguientes cuadros se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley y su reglamento.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Descripción	Vinculación
Artículo 28.- (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gaseoductos, carboductos y poliductos.	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental…	El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Descripción	Vinculación
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental. B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes, túneles federales vehiculares o ferroviarios.	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su

	cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente.
Artículo 9°. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de loa que solicita autorización.	Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal y como lo solicita la autoridad.
Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	El proyecto cumple con estos requisitos de forma y fondo al ser presentada la manifestación de impacto ambiental, en la modalidad regional ante la autoridad ambiental. Esta considera todos y cada uno de los puntos señalados en este apartado. Se cumple en este proyecto con esta normatividad agregando las particularidades, que se generaron en los trabajos de campo y consulta de información.
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	Este artículo se vincula con la presentación de la MIA, su resumen y la copia sellada que constata el pago de derechos para la evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT.

III.5.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación

Descripción	Vinculación
Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.	Durante todas las fases del Proyecto, se atenderá y se dará cumplimiento a lo establecido en este Reglamento para reducir y controlar la emisión de contaminantes atmosféricos que pudiera generarse durante las fases del Proyecto, observando en todo momento los límites máximos permisibles estipulados en las normas técnicas ecológicas, y demás disposiciones aplicables.
Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	
Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	

III.5.3 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por emisión de ruido

Descripción	Vinculación
Artículo 8°.- Los responsables de las fuentes emisoras de ruido, deberá proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera, al respecto a la emisión de ruido contaminante de acuerdo con las disposiciones de este reglamento.	Se pone de manifiesto que, durante las distintas etapas de la modernización del camino tipo D, se generarán una serie emisiones de ruido que deberán ser evaluadas por el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaria de Salud y Asistencia (SSA). Aunado a ello, la empresa constructora deberá mantener en buenas condiciones los vehículos y maquinaria a emplear con la finalidad de que las emisiones de ruido que estos produzcan

Descripción	Vinculación
	se encuentren dentro de los límites máximos permisibles.

III.5.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. En los siguientes cuadros se presentan los artículos que tienen afinidad con el desarrollo del proyecto.

Vinculación	Descripción
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	Para cumplir con la vinculación con esta Ley, particularmente con el artículo, el promovente, de ser necesario, solicitara el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal. El ETJ presentado ante la DGGFS de SEMARNAT deberá contener la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Cuando el ETJ es autorizado, debe integrarse un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat, además, dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. Se presentará la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el retiro de vegetación, con esto se da cumplimiento a todos los requerimientos indicados tanto en la LGDFS como en el presente reglamento.

Artículo 97 establece que; No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.	
Artículo 98 establece que; Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El promovente como interesado en el CUSTF, posterior a la autorización del ETJ deberá acreditar el depósito ante el Fondo Forestal Nacional para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en términos y condiciones que establezca el reglamento.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Vinculación	Descripción
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: • Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; • Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; • Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; • Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; • Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca	Para que el promovente solicite la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) (y cumplir con la vinculación con este artículo) debe ingresar ante la SEMARNAT el formato pertinente debidamente llenado con los datos que se presentan en este artículo y en su caso las especificaciones que solicite la Secretaría de acuerdo con los criterios y lineamientos del contenido del ETJ presentados en este Reglamento.

Vinculación	Descripción
o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; • Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; • Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; • Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; • Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; • Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; • Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; • Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; • Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; • Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y • Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. **Artículo 143.** La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente: I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación; II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite; III. La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su	

Vinculación	Descripción
recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción. En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate; IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación. Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y V. Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo. Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.	

III.5.5 Ley de Aguas Nacionales

La LAN regula el acceso a, extracción, y uso de aguas tanto superficiales como subterráneas dentro del territorio mexicano. Los mandatos de la LAN (artículos) pueden ser implementados en niveles administrativos menores (Estado, municipio o incluso de instituciones comunitarias que manejan el agua). En el siguiente cuadro se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Descripción	Vinculación
Artículo 118. I. Ejecutar la explotación uso o aprovechamiento consignado en la concesión en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado "la autoridad del agua".	En caso de que se requiera se realizará la solicitud correspondiente.
II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por "la autoridad del agua". III. Iniciar el ejercicio de los derechos consignado en la concesión a partir de la fecha aprobada conforme a las condiciones asentadas en el título respectivo y concluir las obras aprobadas dentro de los plazos previstos en la concesión.	En caso de que se requiera se realizará la solicitud correspondiente.

III.6.6 Ley General de Vida Silvestre

La LGVS tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. En el siguiente cuadro se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Vinculación	Descripción
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.	La vinculación con la presente Ley se da por el hecho de que existe la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se enlistan los organismos en categorías de riesgo. Esta norma es considerara al presentar el resultado de muestreo de fauna y vegetación, así como en el planteamiento de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

III.6.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta norma jurídica regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En el siguiente cuadro se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Descripción	Vinculación
Artículo 6.-No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	La vinculación con este instrumento queda manifestada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.

III.6.8 Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En las tablas siguientes se enlistan los artículos que tienen injerencia con el desarrollo del Proyecto.

Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos

Descripción	Vinculación
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se utilizará esta Ley y sus artículos como referencia para la adecuada separación de los residuos.

Descripción	Vinculación
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; (…) VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente; X. Los neumáticos usados	Se contempla la generación de algunos residuos de manejo especial, aunque debe considerarse que se generaran de manera indirecta, irregular y en bajas cantidades ya que la preparación del sitio y construcción se llevara a cabo de manera paulatina. Los residuos con potencial de generación por el uso de diversos artículos por los visitantes al proyecto o por el uso de estos en las instalaciones para ofrecer algún servicio, serán manejados conforme a su naturaleza por un contratista debidamente registrado. Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no conlleva la generación de residuos peligrosos por lo que los instrumentos de política ambiental en ese tema no se vinculan al mismo.
Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	

Reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos

Descripción	Vinculación
Artículo 13.- Las normas oficiales mexicanas que determinen las especificaciones y directrices que se deben considerar al formular los planes de manejo, establecerán criterios generales que, respecto de estos planes de manejo, orienten su elaboración, determinen las etapas que cubrirán y definan la estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida entre las partes involucradas.	En este caso la vinculación de este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-161-SEMARNAT-2011.
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran	La vinculación con este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Descripción	Vinculación
peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos.	

III.6.9 Ley general de sentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano

Descripción	Vinculación
Artículo 4. La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública: IX. Sustentabilidad ambiental. Promover prioritariamente, el uso racional del agua y de los recursos naturales renovables y no renovables, para evitar comprometer la capacidad de futuras generaciones. Así como evitar rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas y que el Crecimiento urbano ocurra sobre suelos agropecuarios de alta calidad, áreas naturales protegidas o bosques. X. Accesibilidad universal y movilidad. Promover una adecuada accesibilidad universal que genere cercanía y favorezca la relación entre diferentes actividades urbanas con medidas como la flexibilidad de Usos del suelo compatibles y densidades sustentables, un patrón coherente de redes viales primarias, la distribución jerarquizada de los equipamientos y una efectiva Movilidad que privilegie las calles completas, el transporte público, peatonal y no motorizado. **Artículo 6.** En términos de lo dispuesto en el artículo 27°, párrafo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, son de interés público y de beneficio social los actos públicos tendentes a establecer Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios de los Centros de Población, contenida en los planes o programas de Desarrollo Urbano. Son causas de utilidad pública: V. La ejecución de obras de infraestructura, de equipamiento, de Servicios Urbanos y metropolitanos, así como el impulso de aquéllas destinadas para la Movilidad;	Este proyecto no se contrapone con ningún lineamiento establecido en los Planes de Desarrollo; por el contrario, éste impulsa y se ve impulsado por múltiples criterios establecidos en ellos. Aunado a ello, la ejecución de este proyecto coadyuvará a mejorar las condiciones de movilidad del estado de Yucatán, así como en general de la zona sureste del país, contribuyendo a mejorar la oferta turística presente en esta región de México. Por su parte, este proyecto representará una fuente de empleo temporal y permanente para muchos habitantes de la región, lo cual contribuirá de manera significativa mejorando el ingreso económico en los hogares y con ello aumentar el nivel de calidad de vida y/o disminuyendo las carencias económicas de cada una de las familias.

III.6.10 Ley federal sobre monumentos, zonas arqueológicas, artísticas e históricas

Descripción	Vinculación
Artículo 2°.- Es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos. **Artículo 35°.-** Son monumentos históricos los bienes vinculados con la historia de la nación, a partir del establecimiento de la cultura hispánica en el país, en los términos de la declaratoria respectiva o por determinación de la Ley. **Artículo 36°.-** Por determinación de esta Ley son monumentos históricos: I. Los inmuebles construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a templos y sus anexos: arzobispados, obispados y casas curiales; seminarios, conventos o cualesquiera otros dedicados a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso; así como a la educación y a la enseñanza, a fines asistenciales o benéficos; al servicio y ornato públicos y al uso de las autoridades civiles y militares. Los muebles que se encuentren o se hayan encontrado en dichos inmuebles y las obras civiles relevantes de carácter privado realizadas de los siglos XVI al XIX inclusive. II. Los documentos y expedientes que pertenezcan o hayan pertenecido a las oficinas y archivos de la Federación, de los Estados o de los Municipios y de las casas curiales. III. Los documentos originales manuscritos relacionados con la historia de México y los libros, folletos y otros impresos en México o en el extranjero, durante los siglos XVI al XIX que por su rareza e importancia para la historia mexicana, merezcan ser conservados en el país. IV. Las colecciones científicas y técnicas podrán elevarse a esta categoría, mediante la declaratoria correspondiente.	El proyecto no se ubica dentro o pasa cerca de alguna zona arqueológica, artísticas o históricas. En caso de encontrarse algún registro antropológico, artístico o histórico se dará aviso a las autoridades correspondientes del estado.

III.6.11 Ley de caminos, puentes y autotransporte federal

Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. En el siguiente cuadro se enlistan los artículos que tiene vinculación con el proyecto.

Descripción	Vinculación
Artículo 1. Este ordenamiento legal tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del	De acuerdo con lo manifestado por el promovente, el proyecto

artículo 2, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.	será realizado con recursos federales, por lo tanto, la modernización de este camino constituye una vía general de comunicación de carácter federal.
Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.	

III.6.12 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Yucatán

ARTÍCULO 1º.- Las disposiciones de la presente ley son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

V.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo en el territorio del Estado que no sean de jurisdicción federal;

ARTÍCULO 7º.- Corresponde al Estado:

XIV.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en materia de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente, en las materias de competencia estatal;

XVII.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere esta ley y la expedición de las autorizaciones correspondientes; XVII.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere esta ley y la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XXI.- La emisión de recomendaciones a las autoridades competentes en materia ambiental, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental;

ARTÍCULO 8º.- Corresponde a los municipios, a través de los ayuntamientos:

XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial en los términos de la presente ley;

ARTÍCULO 11.- El Estado y los ayuntamientos aplicarán en la formulación y conducción de la política ambiental que les corresponda y en la expedición de las disposiciones que deriven de la presente ley, de acuerdo con sus respectivas competencias, los siguientes principios:

XIII.- La transversalidad de las políticas públicas en materia ambiental promueve el desarrollo sustentable mediante la coordinación intersectorial de las estrategias, acciones y metas contenidas en los programas sectoriales, integrando y jerarquizando las políticas públicas e induciendo sinergias entre crecimiento económico, bienestar y sustentabilidad.

Es importante manifestar que el mayor volumen de emisiones a la atmósfera se generará durante las actividades de preparación del sitio y construcción de la vía de comunicación, ya que éstas serán producidas por la maquinaria que se empleará durante las distintas dichas etapas del proyecto, las cuales son consideradas como fuentes móviles. En este sentido, la empresa constructora deberá mantener en buenas condiciones los vehículos y maquinaria empleados con la finalidad de que las emisiones que estos produzcan se encuentren dentro de los límites máximos permisibles.

Los residuos resultantes del proceso constructivo serán acopiados en los frentes de obra para posteriormente destinarlos a los rellenos sanitarios, tal como lo establece la normatividad vigente. Aunado a ello, se implementará un programa integral de separación de residuos sólidos mediante la colocación de contenedores señalizados. Los residuos contendidos en los mismos serán colectados de manera periódica y éstos serán trasladados hasta su correcta disposición final tal como lo enmarca la ley y con la finalidad de evitar la contaminación de la zona.

Si bien este proyecto no conlleva la generación directa de aguas residuales durante ninguna etapa del proceso constructivo, indirectamente se generarán aguas residuales debido al uso baños portátiles, para lo cual la promovente contratará una empresa encargada del mantenimiento de los mismos y del traslado de los residuos generados. Así mismo, este proyecto contempla la construcción de distintas obras de drenaje mayor y menor con la finalidad de no modificar los flujos hídricos y/o ciclos hidrológicos presentes en la región, así como el desarrollo de diversas medidas de prevención, compensación, minimización y/o mitigación ambiental debido a la ejecución de la vía de comunicación, tal como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Restauración Ecológica, Programa de Conservación de Suelos, Programa de Reforestación y el Programa de Conservación y Protección de Componentes Hídricos. Dichos programas estarán dirigidos principalmente hacia aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o aquellos lugares ambientalmente degradados y/o susceptibles a degradación. Cabe mencionar que las actividades de reforestación únicamente se ejecutarán con especies propias o nativas de la región; así mismo, el sitio donde se desarrollen dichas actividades fungirá como corredor biológico, hogar, área de descanso y/o alimentación para las distintas especies de fauna que habitan o transitan por la zona. Por su parte, previo al inicio de obra la promovente deberá contar con todos los permisos y/o autorizaciones correspondientes emitidas por la autoridad competente, tales como la autorización en materia de impacto ambiental, cambio de uso de suelo, anuencias de paso, etc.

III.6.13 Pueblos indígenas y tribales en países independientes

Artículo		Vinculación con el proyecto
Artículo 6	Consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente.	Durante la elaboración del estudio ambiental, se realizo la consulta a las localidades indígenas para dar a conocer el proceso del estudio y los alcances del mismo, de lo cual, los pobladores de las localidades indígenas se encontraron a favor del desarrollo del proyecto.
Artículo 17	Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en la que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.	Se realizo la consulta de pueblos indígenas en presencia de los pobladores de todas las localidades indígenas involucradas en la trayectoria del proyecto y que serán beneficiadas con la construcción de la vía de comunicación.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO IV

Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

Tabla de contenido

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental regional donde pretende establecerse el proyecto 3
IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 9
IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 11
IV.3.1 Delimitación del área de influencia del proyecto 15
IV.3.2Medio abiótico 16
IV.3.2.1 Clima 17
IV.3.2.2 Provincias fisiográficas 19
IV.3.2.3 Subprovincias fisiográficas 19
IV.3.2.4 Geomorfología 20
IV.3.2.5 Edafológica 21
IV.3.2.6 Aguas subterráneas 23
IV.3.2.7 Hidrológica superficial 24
IV.3.2.8 Escurrimientos superficiales 27
IV.3.3 Fenómenos naturales extremos 27
IV.3.3.1 Inundaciones 28
IV.3.3.2 Sequia 29
IV.3.3.3 Fenómenos hidrometeorológicos 31
IV.3.4 Medio biótico 32
IV.3.4.1 Provincias florísticas 32
IV.3.4.2 Uso de suelo y vegetación del SAR 33
IV.3.4.3 Metodología de muestreo de flora empleado en el SAR, AI y AP 37
IV.3.4.4.1 Vegetación del sistema ambiental regional. 39
IV.3.4.4.2 Vegetación del área de influencia del proyecto 42
IV.3.4.4.3 Vegetación del área del proyecto 46
IV.3.4.5 Análisis cuantitativo de la estructura florística del SAR, AI y AP 50
IV.3.4.7 Provincias biogeográficas 59
IV.3.4.8 Muestreo de fauna en el SAR, AI y AP 62
IV.3.4.9 Muestreo de la fauna presente en el sistema ambiental regional (SAR) 64
IV.3.4.10 Muestreo de la fauna presente en el área de influencia (AI) 67
IV.3.4.11 Muestreo de la fauna presente en el área del proyecto (AP) 70
IV.3.4.12 Análisis de la biodiversidad de fauna presente en el SAR, AI y AP 73
IV.4 Medio socioeconómico 77

IV.4.1 Demografía 78
IV.4.2 Nivel educativo 78
IV.4.3 Servicios de salud 78
IV.4.4 Índice de desarrollo social 78
IV.5 Paisaje 79
IV.5.1 Cuenca visual 80
IV.5.2 Intervisibilidad 81
IV.5.3 Unidades paisajísticas del SAR 82
IV.5.4 Calidad visual del SAR 82
IV.6 Diagnostico ambiental 85

IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental regional donde pretende establecerse el proyecto

El proyecto corresponde a un proyecto lineal con una longitud de 12.927.76 km, el cual pretende la construcción de una carretera tipo D, que una a las localidades de Chemax y Chechmil, con el actual polo de desarrollo que implica la construcción y posterior operación del proyecto del Tren Maya, por lo que, al cantar con una vía de comunicación en excelentes condiciones de tránsito, se reducirán los tiempos de traslado, además de reducir los costos de trasporte de productos, bienes y servicios. Además, la zona cercana a las localidades de Chemax y Chechmil cuentan con excelentes zonas para el desarrollo de actividades agropecuarias y turísticas (cenotes, zonas arqueológicas e históricas), las cuales son poco explotadas por falta de vías de acceso, por lo cual, al contar con una vía de comunicación segura el desarrollo socioeconómico, además el atractivo turístico será mayor y beneficiará directamente a los pobladores que circulan a diario por esta vía de comunicación.

Al tratar de caracterizar ambientalmente un proyecto de esta naturaleza, resulta importante mencionar que los componentes ambientales corresponden a los elementos bióticos y abióticos de una región que interactúan entre sí formando los ecosistemas. Bajo este criterio existen diversas herramientas que pueden ser utilizadas para delimitar el área de estudio o de influencia del proyecto en cuestión que será nombrado como Sistema Ambiental Regional (SAR).

Resulta importante mencionar que el SAR se considera como la relación de los componentes ambientales, sociales y productivos, resulta importante mencionar como principales componentes a la cuenca hidrológico-forestal como la unidad geográfica de espacio físico de planeación y desarrollo, los límites estatales y municipales como la delimitación sociopolítica y los componentes ambientales de cada región.

En este contexto, el sistema ambiental regional se encuentra comprendido en las subcuencas denominadas “Mérida” y “Quintana Roo”, pertenecientes a las cuencas denominadas “Yucatán” y “Quintana Roo”, en la región hidrológica RH-32 “Yucatán norte” (INEGI, 2016); es importante mencionar, que el proyecto se ubica en su tota subcuenca Mérida perteneciente a la cuenca Yucatán en la región hidrológica Yucatán norte.

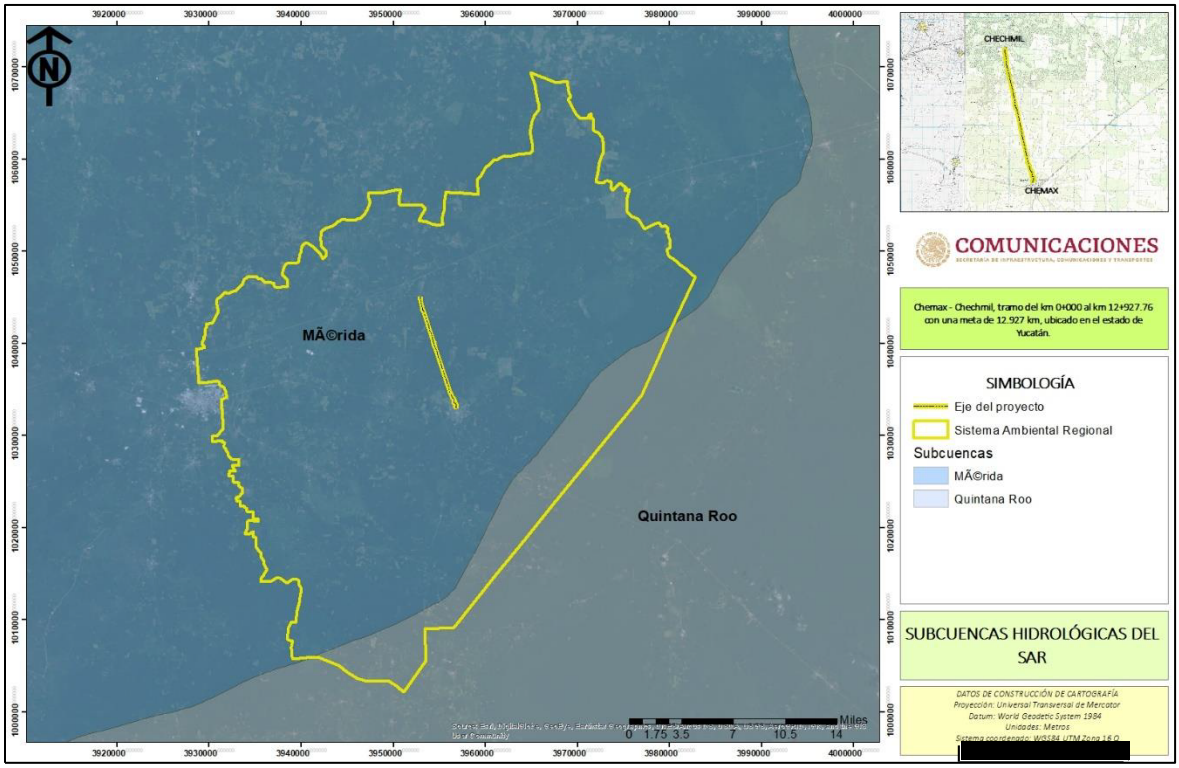


Figura IV.1 Subcuenca hidrológica en que se ubica el SAR del proyecto.

Por la magnitud del proyecto en comparación de la subcuenca es preciso delimitar el SAR con el fin de caracterizar las condiciones ambientales específicas en relación al proyecto.

La delimitación del SAR se realizó considerando los siguientes parámetros:

- Curvas de nivel
- Uso de suelo y vegetación (serie VII de INEGI)
- Limites geopolíticos
- Microcuencas hidrológicas
- Vías de comunicación (carreteras y caminos)
- Cartas topográficas.

Es importante mencionar, que dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto se encuentran representados todos los factores biológicos, ecológicos, físicos, sociales y económicos, que pudieran verse afectados de manera positiva y negativa por el desarrollo del proyecto y que, a su vez prevenidos y mitigados, para evitar el deterioro ambiental del SAR.

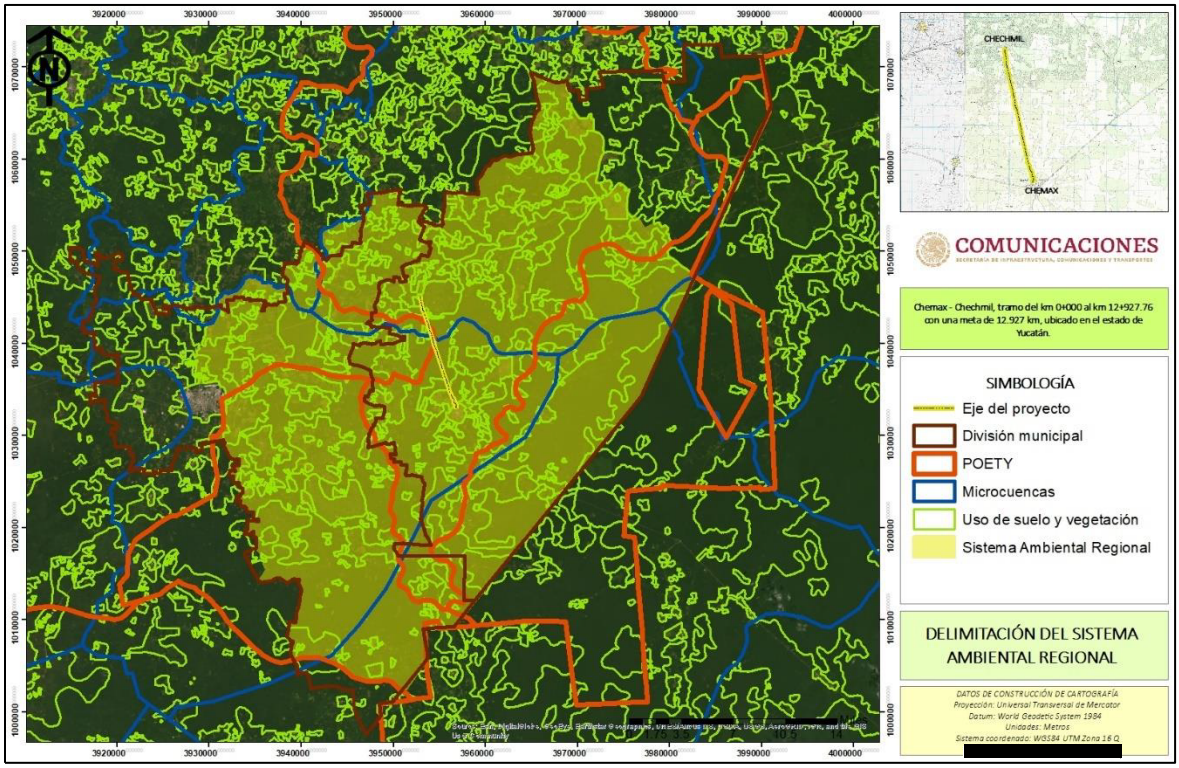


Figura IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto.

De cada factor, se tomaron los elementos más relevantes que representaran a los vectores afectados de manera positiva y negativa por el desarrollo del proyecto.

- Curvas de nivel. Se tomo en cuenta las variaciones de altitud presentes en el área de estudio, ya que estas funcionan como barreras físicas en la distribución de flora y fauna silvestre.
- Uso de Suelo y Vegetación. El tipo de uso que se le da al suelo en un área determinada, es un factor relevante en la distribución de los recursos bióticos y abióticos de un área, por lo cual para, este fue un vector importante en la delimitación del área de estudio del proyecto.
- Microcuencas hidrológicas. Este factor hidrológico, se utilizó para determinar la influencia positiva y negativa del desarrollo del proyecto de manera particular en el ciclo hidrológico, vegetación, fauna y procesos ecológicos.
- Vías de comunicación. Este factor toma relevancia, ya son una barrera física que limita el desplazamiento de fauna silvestre, fragmenta la continuidad de las comunidades florísticas, además de favorecer el desarrollo socioeconómico de las regiones
- Límites geopolíticos. Este factor socioeconómico, se utilizó para determinar la influencia positiva y negativa del desarrollo del proyecto en las poblaciones involucradas directa e indirectamente.

Derivado de la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto se obtuvo que el SAR tiene una superficie de 194,303.36 hectáreas. El SAR del proyecto se encuentra delimitado por el siguiente polígono.

Tabla IV.1 Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el sistema ambiental regional.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	429312	2296749	118	16 Q	377420	2281845	235	16 Q	400272	2307272
2	16 Q	429713	2296346	119	16 Q	377076	2282262	236	16 Q	400931	2307221
3	16 Q	428255	2293996	120	16 Q	376995	2282586	237	16 Q	401229	2306788
4	16 Q	426621	2291175	121	16 Q	376914	2282826	238	16 Q	400766	2306245
5	16 Q	424740	2287927	122	16 Q	376851	2283103	239	16 Q	400411	2305581
6	16 Q	422535	2284120	123	16 Q	376674	2283288	240	16 Q	401197	2305372
7	16 Q	421322	2282866	124	16 Q	376737	2283537	241	16 Q	401740	2305123
8	16 Q	418096	2279653	125	16 Q	376828	2283723	242	16 Q	402524	2304825
9	16 Q	415458	2277027	126	16 Q	376571	2283796	243	16 Q	402957	2304937
10	16 Q	411884	2273468	127	16 Q	376651	2283941	244	16 Q	402934	2305145
11	16 Q	408330	2269929	128	16 Q	376554	2284019	245	16 Q	403028	2305820
12	16 Q	404682	2266295	129	16 Q	375495	2283932	246	16 Q	403185	2306319
13	16 Q	399551	2261118	130	16 Q	375532	2284538	247	16 Q	403397	2307594
14	16 Q	396396	2261273	131	16 Q	376065	2284558	248	16 Q	403616	2308406
15	16 Q	396219	2257866	132	16 Q	376827	2285314	249	16 Q	404436	2308211
16	16 Q	393420	2254713	133	16 Q	376922	2288417	250	16 Q	405155	2308170
17	16 Q	392628	2255493	134	16 Q	377557	2288626	251	16 Q	405915	2307962
18	16 Q	391876	2256095	135	16 Q	377497	2289296	252	16 Q	406434	2307918
19	16 Q	391006	2256128	136	16 Q	377334	2289699	253	16 Q	407127	2307774
20	16 Q	390488	2256182	137	16 Q	376908	2289971	254	16 Q	407148	2309302
21	16 Q	389509	2256283	138	16 Q	376905	2290381	255	16 Q	407563	2309675
22	16 Q	389066	2256504	139	16 Q	376552	2290486	256	16 Q	408046	2310330
23	16 Q	388503	2256679	140	16 Q	376184	2290480	257	16 Q	408304	2310645
24	16 Q	387590	2257414	141	16 Q	375640	2290417	258	16 Q	408650	2310798
25	16 Q	386695	2258322	142	16 Q	375192	2290388	259	16 Q	408794	2310922
26	16 Q	384654	2259408	143	16 Q	374719	2290432	260	16 Q	409189	2311356
27	16 Q	383260	2259520	144	16 Q	374766	2294202	261	16 Q	409481	2311280
28	16 Q	381774	2259501	145	16 Q	375056	2294137	262	16 Q	410032	2311537
29	16 Q	381689	2259777	146	16 Q	375142	2294214	263	16 Q	410446	2311652
30	16 Q	381707	2260588	147	16 Q	375478	2294224	264	16 Q	410859	2311489
31	16 Q	381744	2260900	148	16 Q	375685	2294203	265	16 Q	411212	2311527
32	16 Q	381968	2261457	149	16 Q	375685	2294433	266	16 Q	411873	2311639
33	16 Q	381435	2261674	150	16 Q	375486	2294517	267	16 Q	412623	2311655
34	16 Q	381488	2262390	151	16 Q	375454	2294812	268	16 Q	413266	2311640
35	16 Q	381690	2262974	152	16 Q	375651	2295105	269	16 Q	413519	2311919
36	16 Q	382059	2263552	153	16 Q	375819	2295317	270	16 Q	413555	2312707

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
37	16 Q	382523	2263417	154	16 Q	375704	2295338	271	16 Q	413438	2313569
38	16 Q	382675	2264118	155	16 Q	375824	2295566	272	16 Q	413528	2314312
39	16 Q	382768	2264713	156	16 Q	375978	2295843	273	16 Q	413784	2315085
40	16 Q	383165	2265806	157	16 Q	375963	2296095	274	16 Q	414074	2315629
41	16 Q	383284	2266203	158	16 Q	376011	2296361	275	16 Q	414589	2316199
42	16 Q	383459	2266899	159	16 Q	376169	2296470	276	16 Q	414714	2316665
43	16 Q	383420	2267210	160	16 Q	376174	2296719	277	16 Q	414606	2317132
44	16 Q	383327	2267469	161	16 Q	376871	2296864	278	16 Q	414526	2317948
45	16 Q	383211	2267703	162	16 Q	377608	2298004	279	16 Q	414478	2318988
46	16 Q	383380	2267894	163	16 Q	377526	2298750	280	16 Q	414133	2320343
47	16 Q	383228	2268070	164	16 Q	377552	2299385	281	16 Q	416836	2318983
48	16 Q	382940	2268120	165	16 Q	378112	2299586	282	16 Q	418034	2318981
49	16 Q	382605	2268104	166	16 Q	378498	2300045	283	16 Q	418088	2317927
50	16 Q	382015	2267840	167	16 Q	378881	2299885	284	16 Q	418233	2317271
51	16 Q	381246	2268471	168	16 Q	379226	2299949	285	16 Q	417894	2317093
52	16 Q	380887	2268474	169	16 Q	379779	2300091	286	16 Q	418062	2316648
53	16 Q	380349	2268223	170	16 Q	380587	2300765	287	16 Q	418334	2315962
54	16 Q	379872	2268220	171	16 Q	380797	2301241	288	16 Q	418761	2315135
55	16 Q	379140	2268257	172	16 Q	381358	2301462	289	16 Q	419048	2314835
56	16 Q	379268	2268643	173	16 Q	381768	2301379	290	16 Q	419846	2314805
57	16 Q	379482	2268855	174	16 Q	382020	2301427	291	16 Q	420096	2315153
58	16 Q	379589	2269058	175	16 Q	382412	2301053	292	16 Q	420254	2315137
59	16 Q	379782	2269273	176	16 Q	382684	2300985	293	16 Q	420105	2314725
60	16 Q	379954	2269490	177	16 Q	383044	2300609	294	16 Q	420422	2314692
61	16 Q	379877	2269776	178	16 Q	383403	2300611	295	16 Q	420337	2313365
62	16 Q	379718	2270091	179	16 Q	383939	2300396	296	16 Q	420890	2313040
63	16 Q	379751	2270379	180	16 Q	383912	2300139	297	16 Q	421205	2312473
64	16 Q	379462	2270939	181	16 Q	384229	2299927	298	16 Q	421286	2311717
65	16 Q	379508	2271384	182	16 Q	384748	2299933	299	16 Q	421204	2310924
66	16 Q	379166	2271772	183	16 Q	385335	2299848	300	16 Q	420948	2310523
67	16 Q	379030	2272057	184	16 Q	385527	2300615	301	16 Q	420612	2309864
68	16 Q	379102	2272385	185	16 Q	385006	2301172	302	16 Q	420349	2308876
69	16 Q	379142	2272650	186	16 Q	385081	2301656	303	16 Q	419969	2307794
70	16 Q	379126	2273095	187	16 Q	385222	2302112	304	16 Q	420433	2307639
71	16 Q	378904	2273151	188	16 Q	385515	2302484	305	16 Q	420750	2307606
72	16 Q	378916	2273432	189	16 Q	386363	2302367	306	16 Q	421090	2307784
73	16 Q	378908	2273795	190	16 Q	386731	2302380	307	16 Q	421301	2307762
74	16 Q	378495	2273553	191	16 Q	386877	2302493	308	16 Q	421607	2307623
75	16 Q	378222	2273531	192	16 Q	387005	2302911	309	16 Q	421674	2307242
76	16 Q	377946	2273633	193	16 Q	387094	2303336	310	16 Q	421546	2307042

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
77	16 Q	378282	2274055	194	16 Q	387278	2303575	311	16 Q	421672	2306658
78	16 Q	378360	2274209	195	16 Q	387360	2303951	312	16 Q	422626	2307359
79	16 Q	378395	2274529	196	16 Q	387517	2304303	313	16 Q	423288	2306793
80	16 Q	378439	2274992	197	16 Q	387933	2304474	314	16 Q	423019	2306676
81	16 Q	379089	2274945	198	16 Q	388083	2304377	315	16 Q	423073	2306484
82	16 Q	379603	2274835	199	16 Q	388517	2304062	316	16 Q	423528	2306581
83	16 Q	379594	2275051	200	16 Q	388827	2303777	317	16 Q	423228	2305756
84	16 Q	379061	2275201	201	16 Q	389272	2303158	318	16 Q	423128	2305023
85	16 Q	379127	2275910	202	16 Q	389560	2302483	319	16 Q	423063	2304143
86	16 Q	378461	2276051	203	16 Q	389974	2302818	320	16 Q	423587	2303604
87	16 Q	378445	2276394	204	16 Q	390041	2303270	321	16 Q	424132	2303279
88	16 Q	378298	2276445	205	16 Q	389491	2303926	322	16 Q	424724	2302169
89	16 Q	378324	2276622	206	16 Q	389533	2304519	323	16 Q	425888	2302582
90	16 Q	377803	2276671	207	16 Q	389563	2304995	324	16 Q	426351	2302667
91	16 Q	377840	2277169	208	16 Q	389723	2305576	325	16 Q	426648	2302182
92	16 Q	377457	2277252	209	16 Q	390205	2305805	326	16 Q	426891	2302210
93	16 Q	377432	2277489	210	16 Q	390656	2305918	327	16 Q	427105	2302215
94	16 Q	377430	2277707	211	16 Q	390879	2305955	328	16 Q	427321	2301978
95	16 Q	377654	2277636	212	16 Q	391389	2306260	329	16 Q	427299	2301767
96	16 Q	377674	2277747	213	16 Q	391483	2306390	330	16 Q	427095	2301601
97	16 Q	377855	2277727	214	16 Q	391783	2306399	331	16 Q	427081	2301469
98	16 Q	377958	2277796	215	16 Q	392184	2306616	332	16 Q	427355	2301280
99	16 Q	377987	2277974	216	16 Q	392431	2306491	333	16 Q	427314	2300923
100	16 Q	378202	2278074	217	16 Q	392994	2306352	334	16 Q	427449	2300617
101	16 Q	378287	2278598	218	16 Q	393123	2306439	335	16 Q	427332	2300296
102	16 Q	377909	2278810	219	16 Q	393533	2306356	336	16 Q	427308	2299860
103	16 Q	377929	2279254	220	16 Q	393743	2306454	337	16 Q	427002	2299688
104	16 Q	377598	2279274	221	16 Q	394148	2306511	338	16 Q	426992	2299407
105	16 Q	377293	2279363	222	16 Q	394456	2306789	339	16 Q	426991	2299057
106	16 Q	377350	2279665	223	16 Q	394915	2307369	340	16 Q	427041	2298957
107	16 Q	377407	2279972	224	16 Q	395136	2307764	341	16 Q	427275	2298725
108	16 Q	376868	2280087	225	16 Q	395274	2308178	342	16 Q	427564	2298555
109	16 Q	376943	2280313	226	16 Q	395184	2308629	343	16 Q	427714	2298380
110	16 Q	377059	2280661	227	16 Q	395212	2309146	344	16 Q	428118	2297966
111	16 Q	377684	2280509	228	16 Q	396603	2309033	345	16 Q	428287	2297753
112	16 Q	377570	2280775	229	16 Q	398073	2309128	346	16 Q	428537	2297552
113	16 Q	377376	2281135	230	16 Q	398778	2309049	347	16 Q	428762	2297426
114	16 Q	378097	2281116	231	16 Q	398556	2308597	348	16 Q	428960	2297213
115	16 Q	378172	2281806	232	16 Q	398411	2308113	349	16 Q	429312	2296749
116	16 Q	377799	2281746	233	16 Q	398453	2307565				

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
117	16 Q	377650	2281797	234	16 Q	399235	2307352				

A continuación, se describe el factor delimitante a cada lado de orientación del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Norte. El factor delimitante fue el límite municipal entre Chemax y Valladolid y las microcuencas hidrológicas.

Oeste. La delimitación se baso en el ordenamiento ecológico de Yucatán, el uso de suelo y vegetación y el límite municipal entre Chemax y Valladolid.

Sur. La delimitación del SAR se basó en el ordenamiento ecológico de Yucatán y el límite estatal entre Yucatán y Quintana Roo.

Este. El límite del SAR es el uso de suelo y vegetación y curvas de nivel.

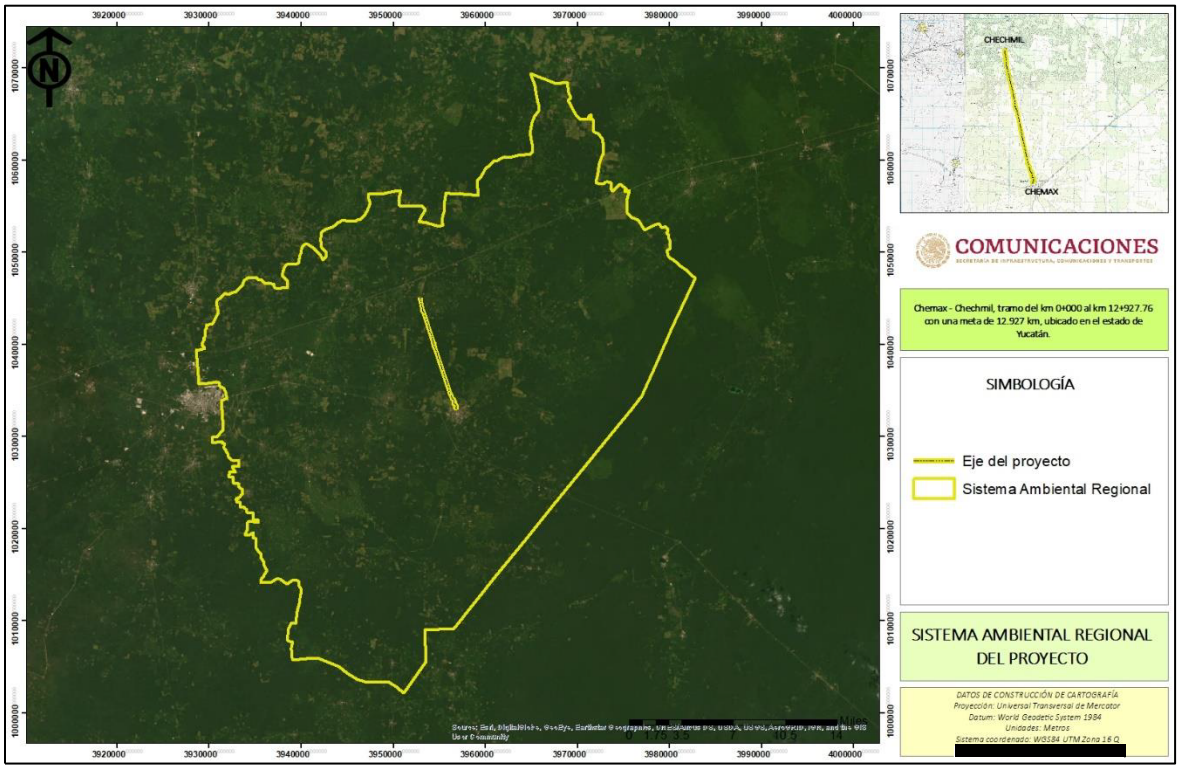


Figura IV.3 Sistema Ambiental Regional del proyecto.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

La estructura y función del sistema ambiental es muy compleja, aunque se puede decir que básicamente está determinada por tres componentes: el social, productivo y natural, los cuales a su vez presentan en su interior subsistemas que interactúan entre sí. El reflejo de

esto es que las interacciones entre los tres sistemas se muestran finalmente en los usos que se le da al territorio.

A continuación, se describen las características tanto sociales, ambientales y de producción del Sistema Ambiental Regional (SAR). En cuanto al componente social es importante empezar mencionando que el SAR se localiza en una región con potencial de desarrollo agropecuario y turístico, este último detonado por el proyecto de construcción y operación del "Tren Maya" el cual beneficiará de manera significativa a la región.

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, el proyecto inicia en el km 0+000 que se ubica en la cabecera municipal de Chemax siguiendo la infraestructura vial existente, seguido del tramo de apertura hasta la infraestructura vial de la localidad de Chechmil, donde se ubica el km 12+927.76; teniendo una longitud de 12.927 km.

De acuerdo a la ubicación del proyecto y a la regionalización del estado de Yucatán, el proyecto se ubica en la región VI denominada "Oriente".

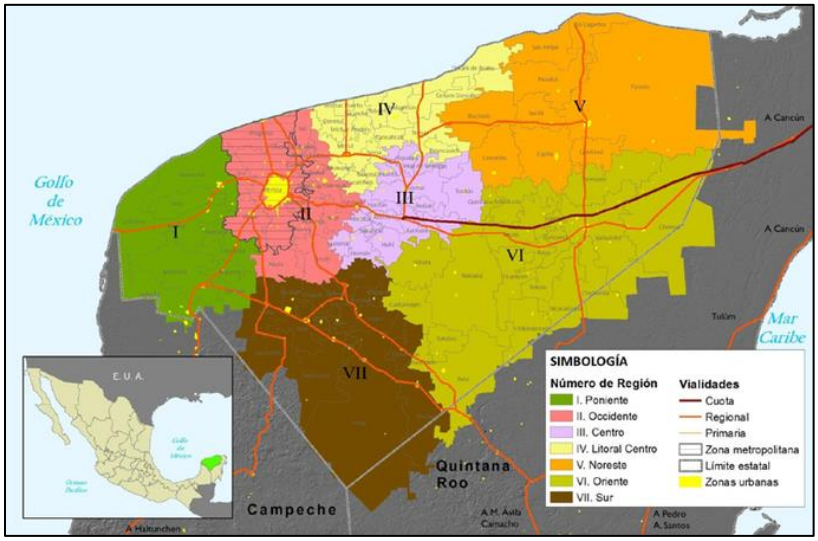


Figura IV.4 Regionalización del estado de Yucatán.

Resulta importante mencionar la regionalización geopolítica del SAR, si se toma en cuenta que cada municipio a través de sus gobiernos toma las decisiones para llevar a cabo acciones de desarrollo desde el punto de vista social, económico y ambiental, mediante el aprovechamiento al máximo de los recursos naturales y culturales con los que cuentan.

En este sentido se pone de manifiesto que el SAR de este proyecto se encuentra en una región de gran importancia ecoturística al encontrase en una zona con atractivos naturales, así como económica, por la cercanía del proyecto con la costa del Golfo de México. Por otra parte, lo que es un hecho es la apropiación de los recursos naturales para el desarrollo de la sociedad, mediante su transformación a bienes o servicios, por lo que es importante destacar

que el desarrollo de las localidades en cuestión, así como la población circundante ha creado una fuerte presión a las condiciones ambientales de la región, al ser la primera fuente de bienes y servicios para la población. Lo cual se puede apreciar principalmente en el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a terrenos de producción pecuaria.

De acuerdo con Velásquez (2000), el desarrollo sustentable se obtiene al conjugar los tres componentes sin la afectación de uno de estos.

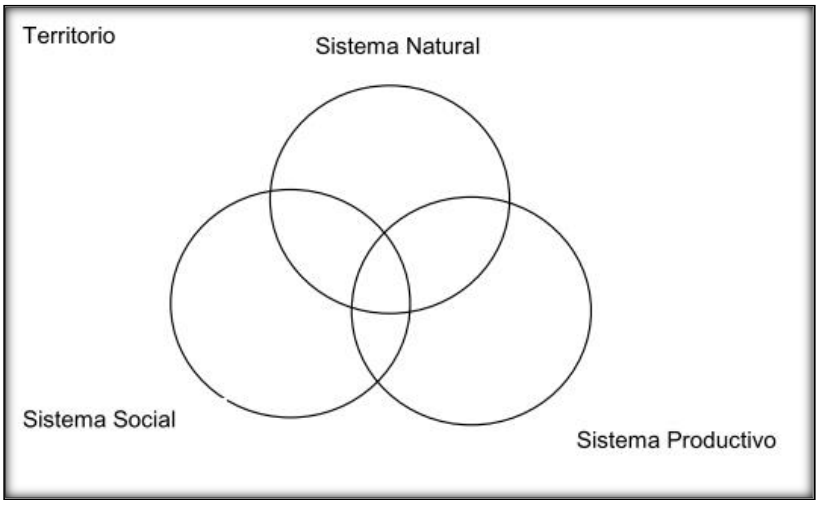


Figura IV.5 Esquema de la estructura y funcionamiento del SAR.

Para el caso del proyecto mediante la pavimentación del camino actual, se afectará 11.67 ha de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, para alcanzar la superficie de rodamiento necesaria de un camino tipo D y brindar seguridad de tránsito, sin embargo, el proyecto es propositivo ambientalmente, realizara acciones de reforestación con especies nativas de la zona dentro del SAR en donde la autoridad lo indique, conservando la calidad del componente ambiental. Por su parte el factor social se verá beneficiado a contar con una vía de comunicación en mejor estado que reducirá costo de traslado y de mantenimiento de vehículos beneficiando también el sector económico de la región.

Como se menciona anteriormente este proyecto pretende beneficiar a la sociedad mediante la construcción de una vía de comunicación en mejor condición, la cual corresponde a una carretera tipo D. Lo anterior mediante la sustentabilidad ambiental, por lo que en primera instancia el proyecto pretende cumplir con la legislación ambiental aplicable, además de que contará con las medidas de mitigación ambiental adecuadas de acuerdo al proyecto. Por esta razón a continuación se presentan los componentes ambientales tanto abióticos como bióticos del SAR del proyecto en cuestión.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

La modificación del medio natural se ha acelerado en los últimos años, lo que ha generado la fragmentación de las comunidades florísticas y faunísticas, así como el cambio de los ciclos

hídricos y patrones de perdida de suelo, la zona del proyecto no es ajena al cambio ambiental, lo que ha favorecido en la reducción de la cobertura forestal, cambio de la estructura y composición florística, modificación de los patrones de distribución de las especies faunísticas, reducción del volumen de infiltración y aumento de la perdida de suelo. A continuación, se presenta el área del SAR con la vegetación natural primaria y el deterioro que ha sufrido a consecuencia de los cambios antropogénicos en la zona del SAR de acuerdo con la carta de vegetación primaria de INEGI, la vegetación primaria del SAR correspondía a vegetación de selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia.

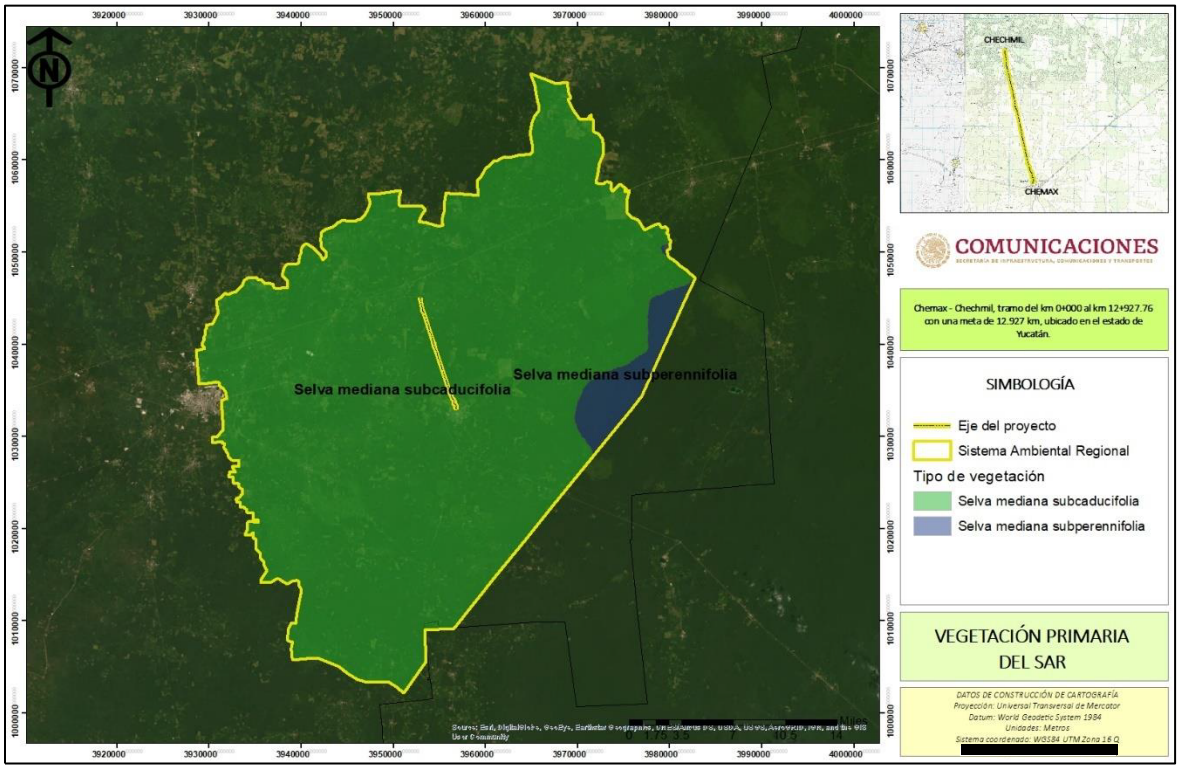


Figura IV.6 Vegetación primaria del SAR.

Sin embargo, de acuerdo con el Sistema de Información Geográfica (SIG) del INEGI en su carta de vegetación y uso de suelo serie VII, la vegetación primaria ha sido fragmentada en gran medida, la cual ha sido desplazada por grandes extensiones de terrenos agropecuarios principalmente; por lo que dentro del SAR se presenta: asentamientos humanos (AH), agricultura de temporal (TA), vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (Vs/SMS), vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (Vs/SMQ) y pastizal cultivado (PC); de acuerdo al proyecto constructivo y actividades de campo realizadas, se identificó que la vegetación del área del proyecto corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (Vs/SMSc), agricultura de temporal anual (TAP) y asentamientos humanos (AH).



Figura IV.7 Vista de las zonas afectadas con presencia de Vs/SMSp.



Figura IV.8 Vista de las zonas afectadas con presencia de agricultura de temporal.

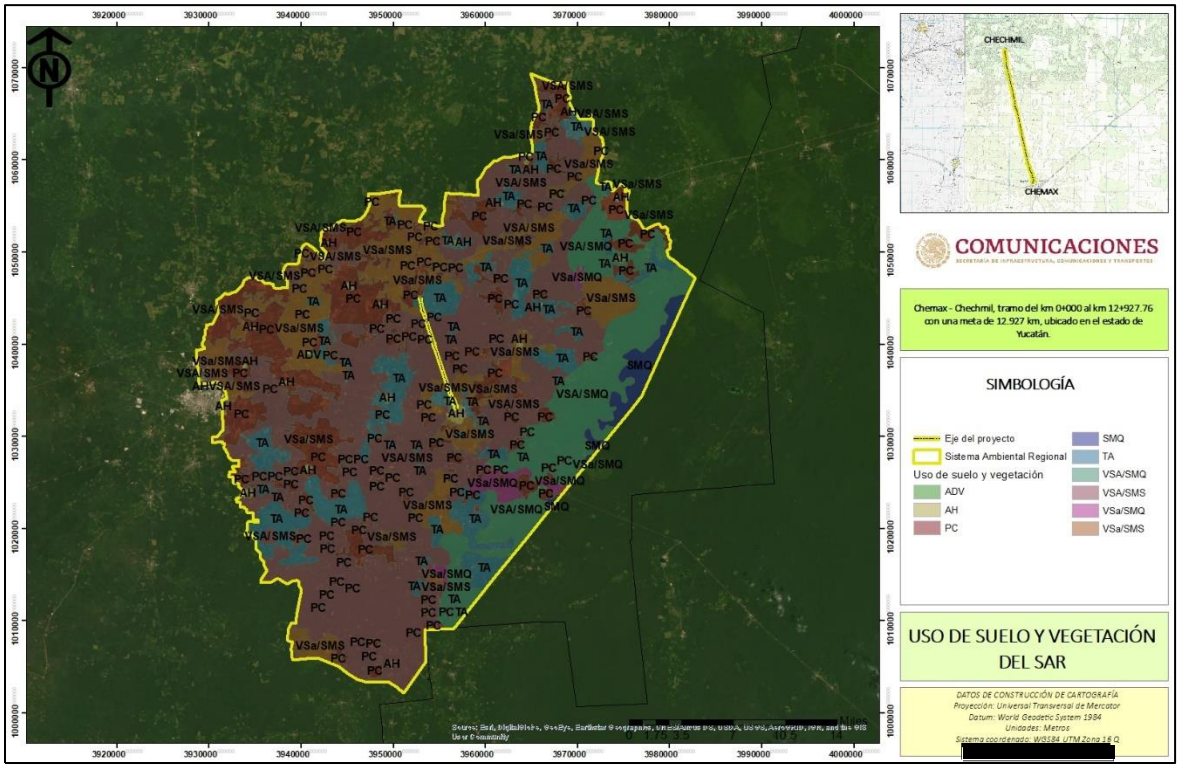


Figura IV.9 Uso de suelo y vegetación del SAR.

Por otra parte, de acuerdo a la edafología del SAR, esta no permite el desarrollo de actividades agrícolas en grandes extensiones, sin embargo, las zonas con aptitudes agrícolas, son explotadas de manera intensiva para el autoconsumo de los pobladores de la región; por lo que constantemente se observa el cambio de uso de suelo de manera tradicional, para cumplir con las demandas alimenticias de las familias.

Debido a la acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas, se han llevado a cabo una serie de estrategias para fortalecer la conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Utilizando a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) como principales reservorios de la biodiversidad de la República Mexicana. Asimismo, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) tiene como principal objetivo conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos a través de las ANP y los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) en Regiones Prioritarias para la Conservación, asegurando una adecuada cobertura y representatividad biológica.

En este sentido, en el área del proyecto no se encuentra algún tipo de ANP federal o estatal, Región Terrestre Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de las Aves, sitio Ramsar o Sitio Terrestre Prioritario, sin embargo, como medida de prevención y conservación de la naturalidad del SAR, se implementarán las medidas de prevención, compensación y mitigación, que eviten el deterioro de la calidad ambiental del SAR.



Figura IV.10 Deterioro ambiental del SAR a consecuencia de las actividades agrícolas.

En el SAR del proyecto se encuentran todos los elementos sociales, naturales y productivos se encuentran relacionados entre sí, encontrando zonas urbanas, zonas de producción principalmente pecuaria y zonas con vegetación natural en diversos estados de conservación.

IV.3.1 Delimitación del área de influencia del proyecto

El proyecto corresponde a un proyecto lineal el cual pretende la construcción del camino que comunica a las localidades de Chemax y Chechmil; la ampliación del camino permitirá contar con una vía de comunicación segura, se reducirán los tiempos de traslado, además de reducir los costos de trasporte de productos, bienes y servicios. Además, la zona del proyecto cuenta con excelentes zonas para el desarrollo de actividades productivas (agropecuarias y turísticas), las cuales son poco explotadas por falta de vías de acceso.

El área de influencia se define por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto. Para el caso del proyecto se determinó un área de influencia (AI) siguiendo los parámetros físicos y ambientales.

La delimitación del AI se realizó considerando los siguientes parámetros:

- Curvas de nivel
- Infraestructura vial (caminos rurales)
- Uso de suelo y vegetación

Una vez delimitada el área de influencia (AI) del proyecto se obtuvo una superficie de 3,082.08 hectáreas, la cual se encuentra dentro de los siguientes vértices.

Tabla IV.2 Coordenadas de los vértices del polígono que conforma el área de influencia del proyecto.

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	403147	2284538	27	16 Q	400384	2288647	53	16 Q	401388	2296522
2	16 Q	403322	2284313	28	16 Q	400392	2288880	54	16 Q	402301	2295191
3	16 Q	403272	2283913	29	16 Q	400315	2289105	55	16 Q	402085	2294396
4	16 Q	403122	2283813	30	16 Q	400387	2289315	56	16 Q	401807	2293974
5	16 Q	403041	2283554	31	16 Q	400350	2289602	57	16 Q	401922	2293311
6	16 Q	402930	2283449	32	16 Q	400280	2289893	58	16 Q	401893	2292396
7	16 Q	402858	2283240	33	16 Q	400267	2290245	59	16 Q	401834	2292152
8	16 Q	402613	2283132	34	16 Q	400291	2290794	60	16 Q	401891	2291411
9	16 Q	402352	2283192	35	16 Q	400265	2291215	61	16 Q	401693	2290631
10	16 Q	402084	2283337	36	16 Q	399979	2291327	62	16 Q	401696	2290180
11	16 Q	401767	2283503	37	16 Q	399792	2292097	63	16 Q	402055	2289625
12	16 Q	401245	2283942	38	16 Q	399746	2292453	64	16 Q	402437	2288801
13	16 Q	401184	2284092	39	16 Q	399682	2292643	65	16 Q	402618	2288298
14	16 Q	401139	2284203	40	16 Q	399510	2293078	66	16 Q	402848	2288107
15	16 Q	401155	2284519	41	16 Q	399680	2293428	67	16 Q	403071	2288000
16	16 Q	400970	2284767	42	16 Q	399114	2293604	68	16 Q	402949	2287796
17	16 Q	400934	2285131	43	16 Q	399373	2294161	69	16 Q	403117	2287645
18	16 Q	400896	2285508	44	16 Q	399124	2294337	70	16 Q	402920	2287515

Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y	Vértice	Zona	X	Y
19	16 Q	401094	2285686	45	16 Q	399380	2295195	71	16 Q	403296	2286958
20	16 Q	401126	2285999	46	16 Q	399114	2295840	72	16 Q	403231	2286498
21	16 Q	400984	2286398	47	16 Q	398917	2297313	73	16 Q	403360	2286134
22	16 Q	400835	2286731	48	16 Q	399127	2297725	74	16 Q	403233	2285713
23	16 Q	400690	2287414	49	16 Q	399354	2297668	75	16 Q	402875	2285316
24	16 Q	400582	2287825	50	16 Q	399831	2297919	76	16 Q	402833	2284920
25	16 Q	400461	2288105	51	16 Q	400307	2297519	77	16 Q	403147	2284538
26	16 Q	400364	2288449	52	16 Q	400875	2296725				

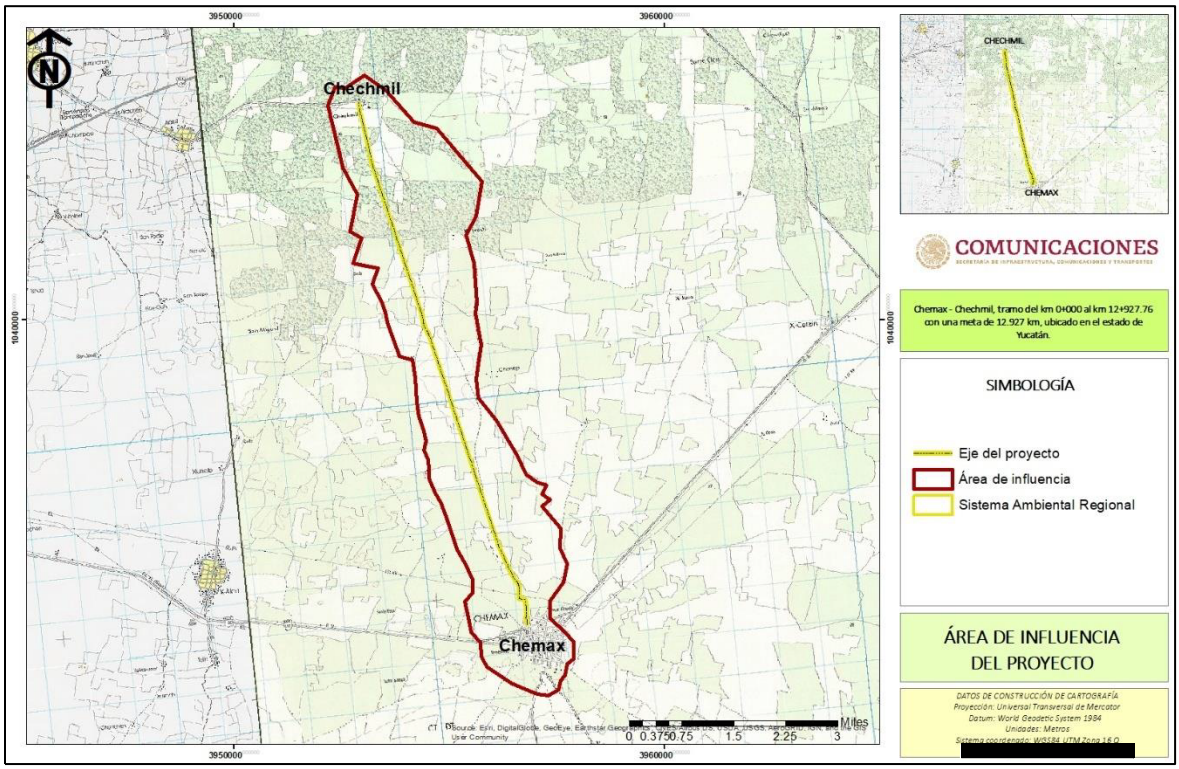


Figura IV.11 Polígono del área de influencia del proyecto.

IV.3.2Medio abiótico

Los factores abióticos son imprescindibles en los ecosistemas e influyen en los seres vivos como, por ejemplo, el agua, el suelo, el clima, la temperatura, entre otros, debido a que el animal necesita del agua y de óptimas condiciones climáticas para subsistir. Los componentes abióticos desarrollan el biotopo, el cual es un espacio geográfico en donde existen las condiciones ambientales que permiten la coexistencia de un conjunto de organismos de todas las especies.

IV.3.2.1 Clima

La acción conjunta de los regímenes de temperatura y precipitación, en términos de sus características y comportamiento a través del tiempo, constituyen la base de la expresión de los diversos tipos climáticos que aparecen en Yucatán. Para el estado de Yucatán el clima dominante es el cálido subhúmedo, por lo cual este tipo de clima de encuentra presente dentro del sistema ambiental regional y área del proyecto.

El clima corresponde al más seco de los climas cálidos subhúmedos con régimen de lluvias durante el verano, pudiéndose manifestar con regular frecuencia un breve período de sequía relativa (canícula) entre finales de julio o principios de agosto. Este tipo de clima presenta una temperatura media anual de 26.1 °C con una variación de la media mensual, entre el mes más frío y el más caliente entre 5 y 7°C o sea de poca oscilación térmica (isotermal) y una precipitación anual de 1 058.3 mm.

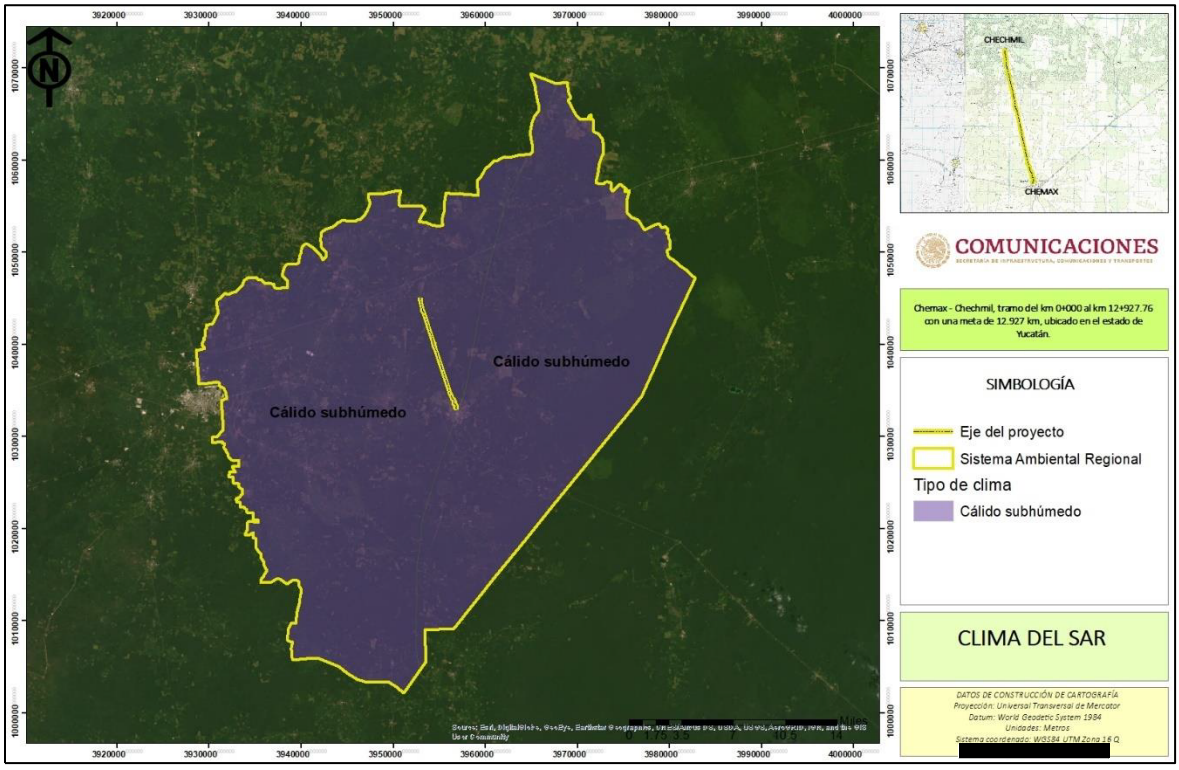


Figura IV.12 Clima presente en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

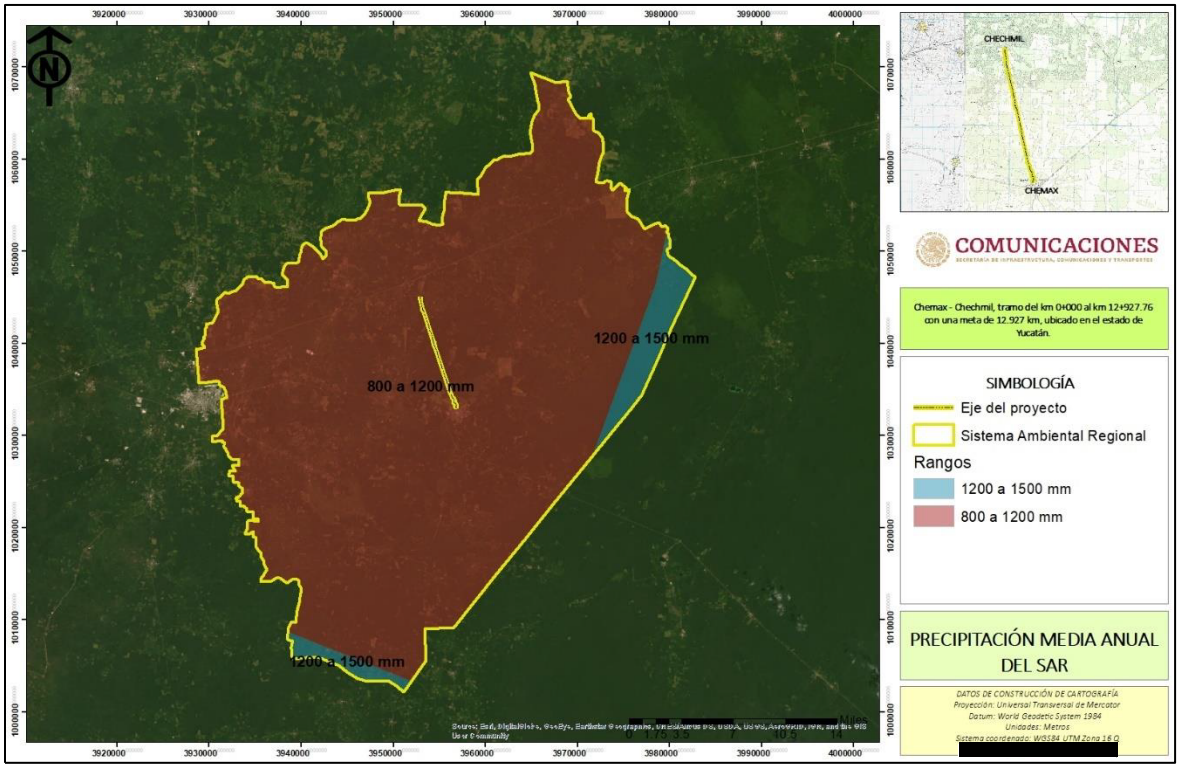


Figura IV.13 Precipitación media del sistema ambiental regional y área del proyecto.

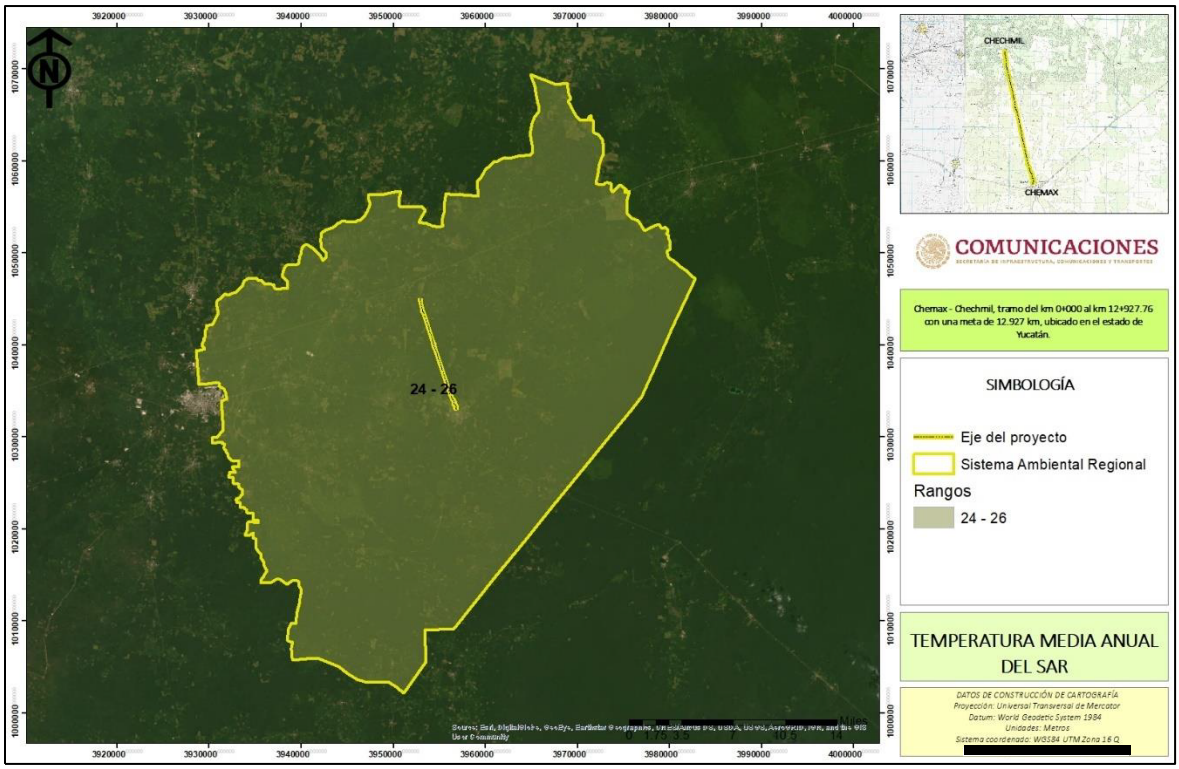


Figura IV.14 Temperatura media del sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.2 Provincias fisiográficas

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llana o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar, y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica, conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: (1) Carso Yucateco y (2) Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur, denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como "Sierrita de Ticul", dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad. El sistema ambiental regional y área del proyecto se encuentran dentro de la provincia fisiográfica denominada “Península de Yucatán”.

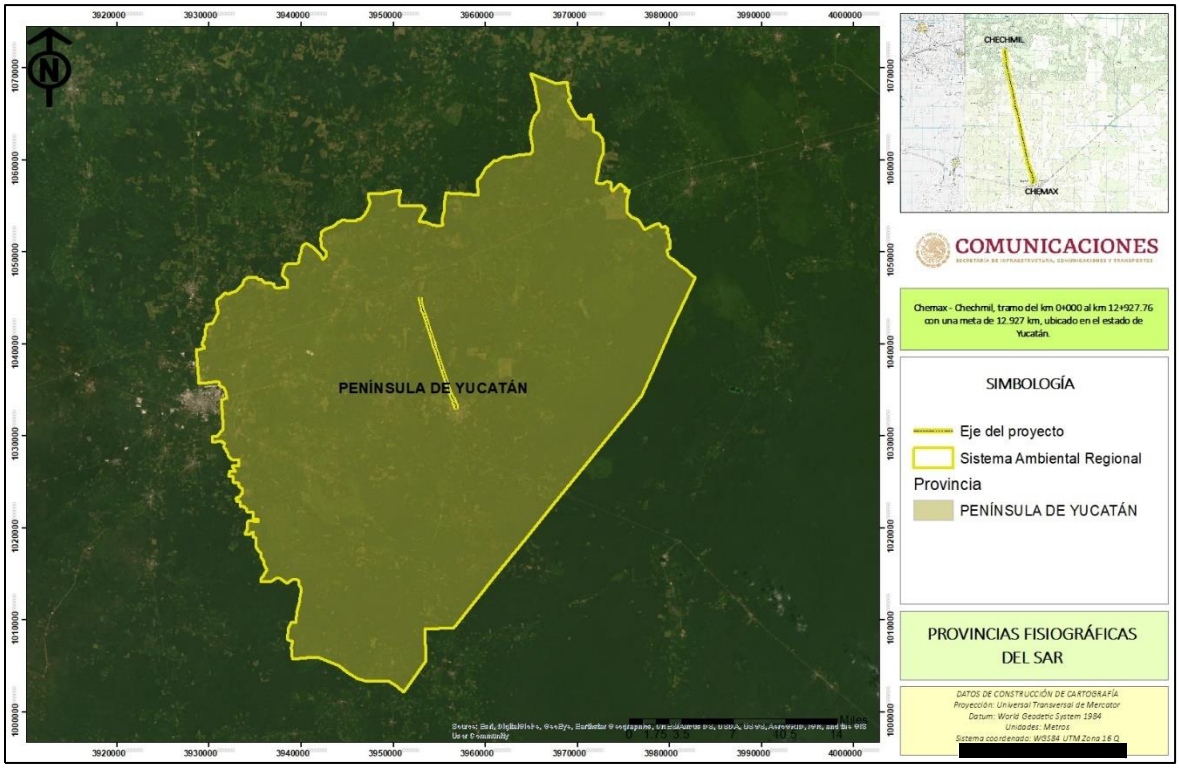


Figura IV.15 Provincia fisiográfica en la que se ubica el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.3 Subprovincias fisiográficas

La subprovincia fisiográfica denominada “Carso Yucateco”, presenta calizas blandas, tienen el nombre maya de sascab (deformación de “tierra blanca” en maya), que se considera un rasgo fisiográfico característico del relieve en la Península y representa una transición de la evolución de la roca dura original, al reblandecimiento y posteriormente se transforma en la

coraza calcárea; además favorece el desarrollo de las formas cársticas subterráneas. En particular la plataforma sobre la que descansa la cuenca, presenta un sustrato geológico altamente permeable, que evita la existencia de corrientes de agua superficiales y favorece la existencia de acuíferos subterráneos tanto dinámicos como estáticos.

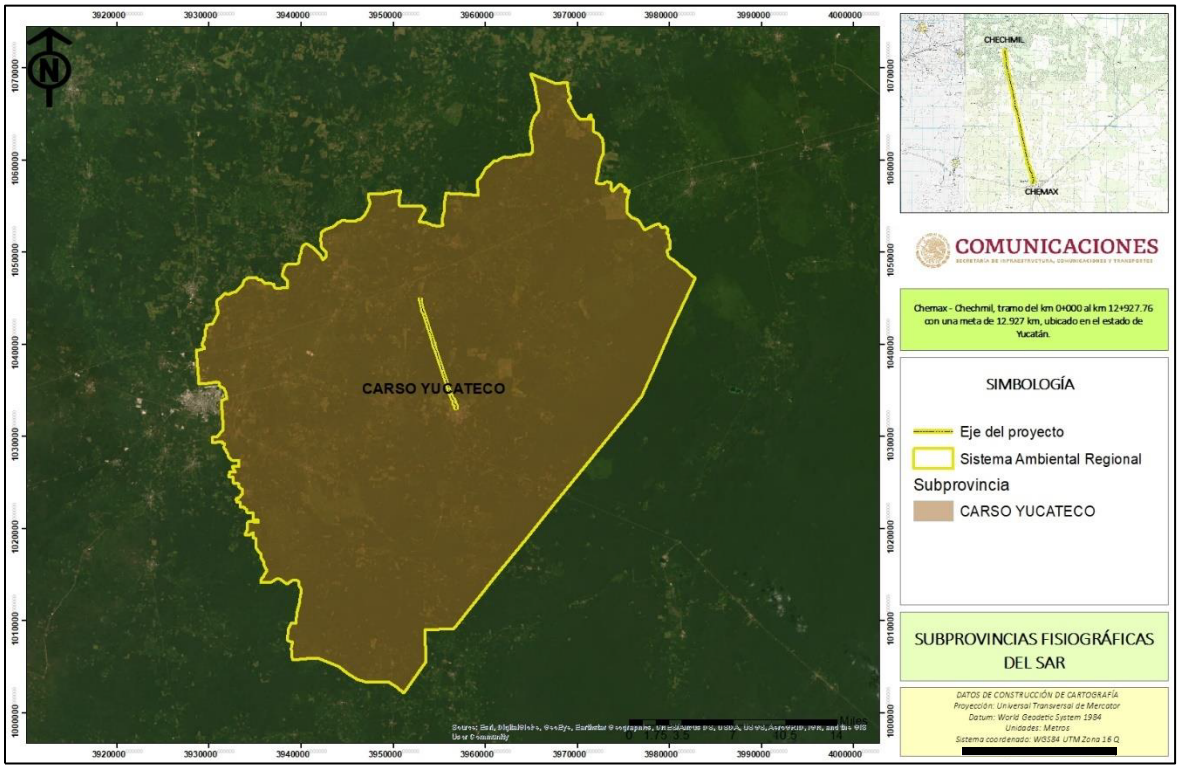


Figura IV.16 Subprovincias fisiográficas en las que se ubica el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.4 Geomorfología

Todas las grandes penínsulas del mundo están vueltas hacia abajo, cual, obedeciendo a una directriz de mutación sistemática, seguramente por el sentido que asumieron los grandes cataclismos geológicos al emerger los continentes de la tierra; sólo hay una, Yucatán, como excepción a la regla, cuyo apéndice geográfico está vuelto hacia arriba. La Península de Yucatán se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace muchos millones de años, siendo su parte norte la más reciente. Contrastando con la topografía plana de la Península, a 60 km. al sur de Mérida, la Sierra de Ticul es uno de los rasgos más notables. Corresponde a una delgada cadena de lomas bajas que se expone en 110 km de longitud y con un rumbo de NW-SE y se extienden desde Maxcanú hasta Peto, Yucatán. Está compuesta por un conjunto de lomas, cuya altura varía de 50 a 100 m con respecto a la planicie y sólo en las cercanías de Tekax llega a tener elevaciones de 150 m. Con lo que corresponde al sistema ambiental regional y área del proyecto, estos se encuentran en una zona de llanura.

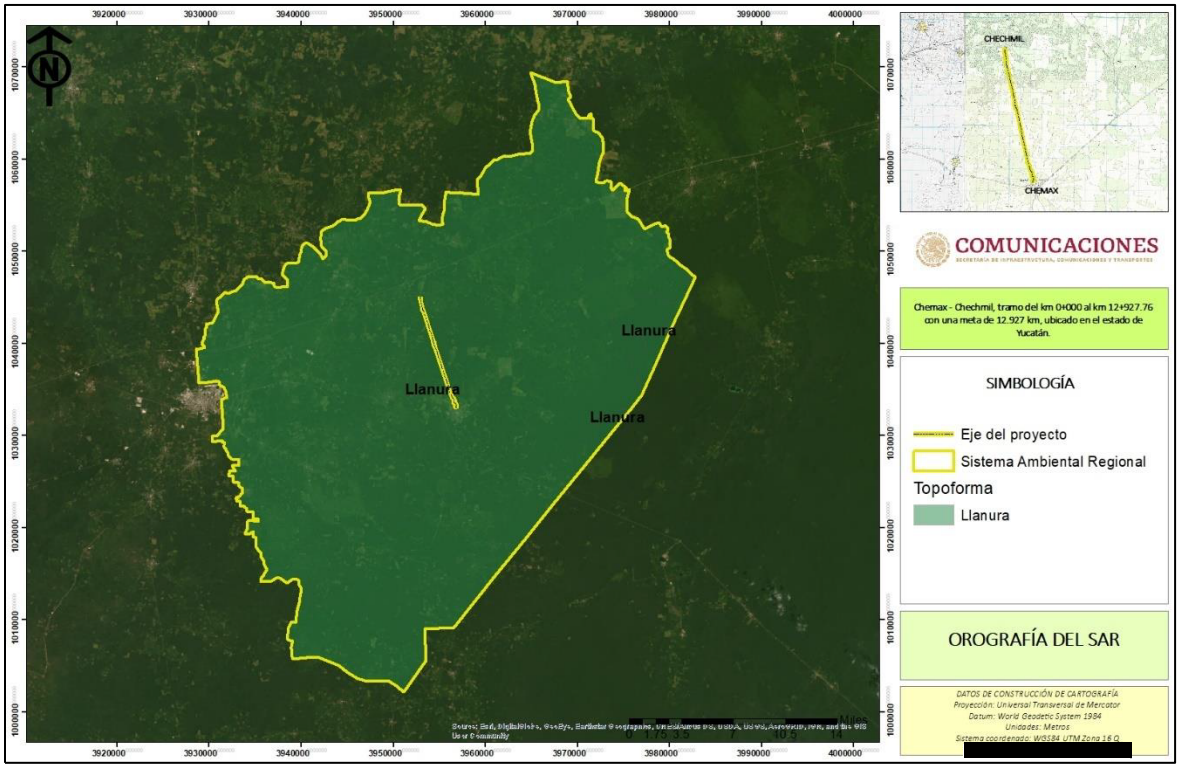


Figura IV.17 Sistema de topoformas presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.5 Edafológica

Se puede afirmar que en el estado de Yucatán las influencias climáticas, la naturaleza geológica y el relieve, considerados en conjunto, son los elementos funda- mentales de la formación, evolución y, por ende, la diferenciación edáfica que se aprecia en la entidad, existiendo una marcada correlación entre la variabilidad climática, particularmente la precipitación pluvial, y la topográfica con la distribución espacial de los distintos tipos de suelos. Para el caso específico del sistema ambiental regional y área del proyecto, presenta 3 unidades edafológicas; (1) Luvisol, (2) Litosol y (3) Rendzina, siendo este el más abundante dentro del sistema ambiental regional y en el que se ubica la totalidad del proyecto. A continuación, se describen las características de los suelos presentes en el sistema ambiental regional.

Rendzina. Estos suelos en asociación con los litosoles, son los que ocupan la mayor extensión super- ficial del estado, se presentan muy someros, por lo regular con espesores menores de 30 cm, sobreyaciendo el material calcáreo, con más de 40% de carbonato de calcio; con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15% y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g. Son suelos que presentan fase física lítica y tienen buen drenaje. Se localizan asociados con Litosol y textura media al noreste, noroeste y centro norte del estado; en aso- ciación con Litosol y Luvisol crómico de textura media o fina en Valladolid, Maxcanú, al sur de Mérida; con Litosol y Cambisol crómico de textura media en Acanceh, entre Celestún y

Halachó; con Luvisol crómico y Vertisol crómico de textura fina al sur del estado junto a Campeche; con Litosol y Nitosol eútrico de textura fina al sur del estado junto a Quintana Roo.

Litosol. Aparecen prácticamente hacia todos los rumbos de la entidad, no obstante, se puede reconocer una mayor dominancia de éstos en las porciones norte, centro y occidente, probablemente asociada con el hecho de que estas porciones son las de menor antigüedad y las menos favorecidas por la humedad de las lluvias y por los contrastes del relieve; presentan abundantes fragmentos de la coraza calcárea, son suelos que varían en color; su textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y en otras por ser migajón arcilloso con aproximadamente 30%; también su contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y de más características que se pudieran considerar. La variación física, química y morfológica depende de su localización y de los suelos con los que se encuentren asociados. Los litosoles presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y su abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de un buen número de plantas cultivadas, y presentan buen drenaje. Se encuentra en asociación las rendzinas con tex- tura media en la parte centro norte de la península y al norte de Mérida e Izamal; con rendzinas y luvisoles crómicos de textura media y fina al suroeste de Mérida, noreste de Buctzotz, norte de Peto, suroeste de Valladolid, sur de Muña, noreste de Tekax, sur de Espita, y sur de Izamal; con Rendzina y Vertisol pélico de textura media al oeste de Tizimín; y con Luvisol crómico de textura media al sur de Tizimín y Valladolid.

Luvisol. Abarcan una amplia extensión superficial hacia las porciones sur y oriente, presentándose en complejas asociaciones edáficas, alternando con litosoles, rendzinas y cambisoles, con excepción hacia el sur del Cordón Puuc y en el extremo nororiental aparecen formando amplias planadas o kancabales, como es el caso de Muña y Dzonot Carretero. En el estado los luvisoles son poco variables en lo que toca a su morfología general, pero si se consideran las características relacionadas con el grado de evolución edáfica, se reconocen tres variantes principales: crómico, férrico y vértico. Tienen un contenido de materia orgánica alrededor de 5 a 6%, son de textura fina con más de 40% de arcilla, tienden a la neutralidad con valores poco alcalinos o ácidos, muestran buen drenaje. Se presentan asociados con Rendzina y Litosol de textura media o fina al suroeste y este de Tekax, al sur de Valladolid, sureste de Tekax y sur de Tizimín; y con Vertisol pélico de textura fina al este de Tizimín.

Cambisol. En el estado varían considerablemente en su profundidad, mostrando una estrecha correlación con su distribución territorial. En las porciones norte, occidente y parcialmente en la parte central; los cambisoles son generalmente someros, y coexisten con las rendzinas. Conforme se avanza hacia el oriente y el sur tienden a mostrar mayor profundidad; en Yucatán existen dos tipos: los crómicos y los calcáricos. Los primeros, que

son los más frecuentes, presentan un contenido de materia orgánica entre 5 y 10%; pH cercano a la neutralidad, con tendencia a la acidez; capacidad de intercambio catiónico entre 20 y 40 meq/100 g, con una saturación de bases cercana a 80%; los segundos 5% de materia orgánica, alcalinos con pH cercano a 8, igual capacidad de intercambio catiónico y tienen saturación de bases que se mantiene en 100%, en general presentan buen drenaje.

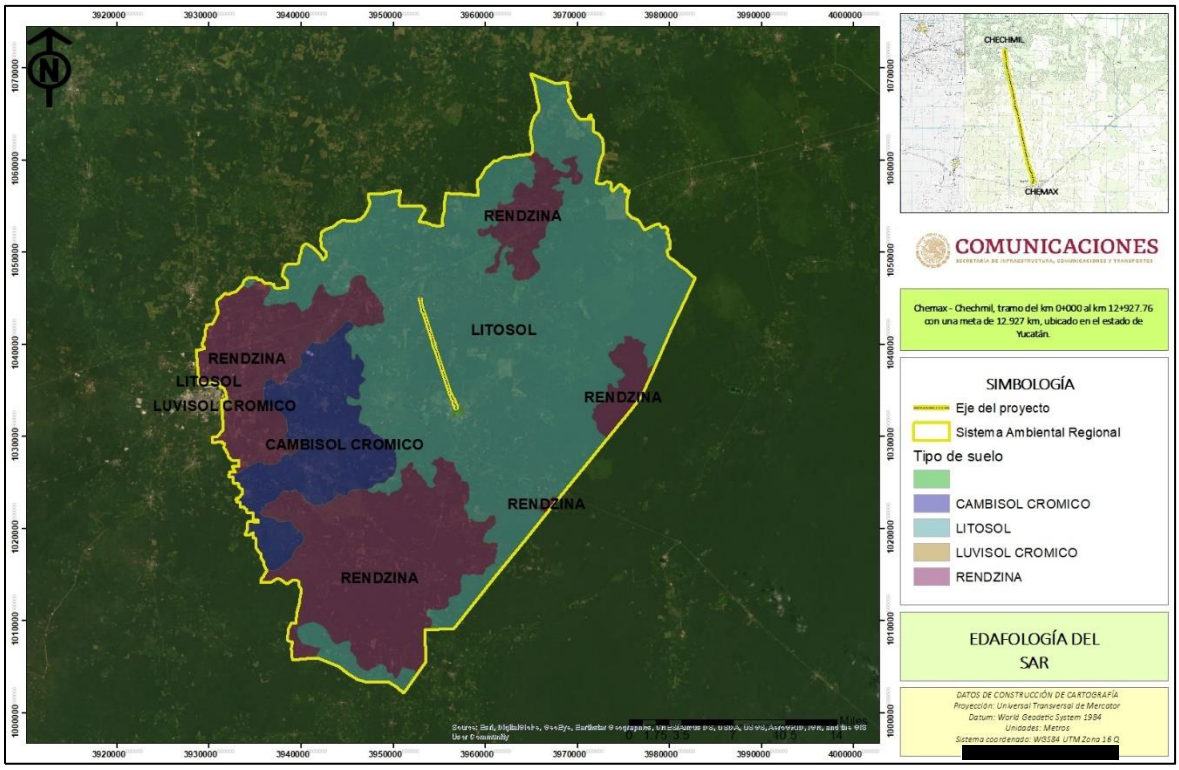


Figura IV.18 Edafología presente en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.6 Aguas subterráneas

Los acuíferos son reservorios de agua que están ubicados debajo de la superficie terrestre. Estos acuíferos permiten la circulación del agua a través de diversas grietas y de la porosidad de su estructura. En los acuíferos es posible diferenciar entre el nivel freático (el sector superior), la zona de saturación (el espacio donde los poros rocosos se llenan de agua) y la capa impermeable. Sobre el nivel freático, y antes de la superficie, se encuentra otro sector conocido como zona de aireación. El sistema ambiental regional y área del proyecto se encuentran dentro del acuífero denominado “Península de Yucatán” el cual se localiza en la porción sureste de la república mexicana, abarca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado de Campeche.

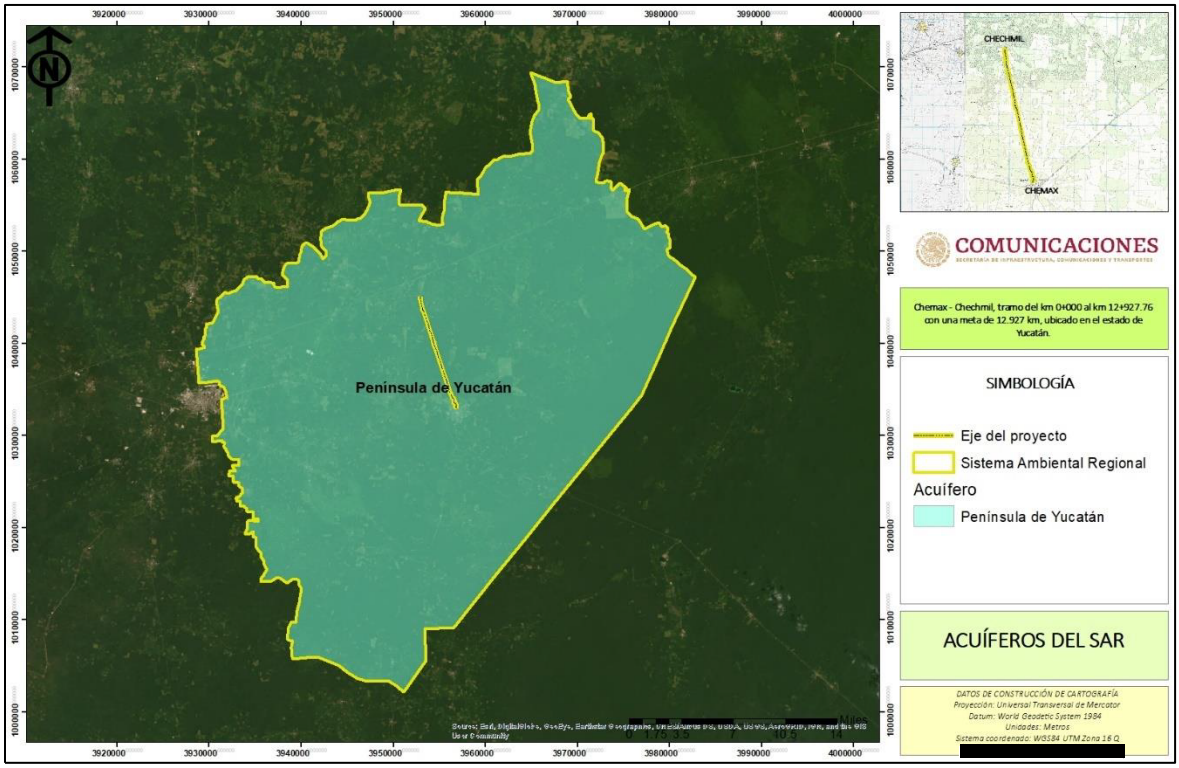


Figura IV.19 Acuífero presente en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.7 Hidrológica superficial

El sistema ambiental regional se encuentra comprendido en las subcuencas denominadas "Mérida" y "Quintana Roo", pertenecientes a las cuencas denominadas "Yucatán" y "Quintana Roo", en la región hidrológica RH-32 "Yucatán norte" (INEGI, 2016); es importante mencionar, que el proyecto se ubica en su tota subcuenca Mérida perteneciente a la cuenca Yucatán en la región hidrológica Yucatán norte.

La RH- 32 Yucatán norte abarca parte de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, comprende una extensión total de 56 443 km2; en el estado comprende las porciones centro, este y norte, cubre un área que equivale a 94.67%, sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este Quintana Roo, al sur la RH33 y al oeste Campeche y el Golfo de México.

La cuenca hidrológica Yucatán y subcuenca hidrológica Mérida se encuentra dentro del estado, localizada en toda la parte centro y norte del mismo, ocupa una extensión que representa 89.57% de la superficie estatal; colinda al norte con el Golfo de México, al este con la cuenca A (RH32) y con Quintana Roo, al sur con la cuenca B de la (RH33) y al oeste con el estado de Campeche y con el Golfo de México. Tiene una temperatura media anual de 26° C, una precipitación media anual que varía de 500 a 1 500 mm y un escurrimiento superficial con rango de 0 a 5%; excepto en las costas y en algunas porciones al suroeste del estado donde varía de 5 a 10%, debido a la presencia de arcillas y limos en el primer caso y de suelos

residuales en el segundo. Los únicos cuerpos de agua superficiales son las lagunas que se encuentran junto al cordón litoral como la Rosada y Flamingos; los esteros Celestún, Yucalpetén y Río Lagartos y algunas aguadas distribuidas en toda la cuenca.

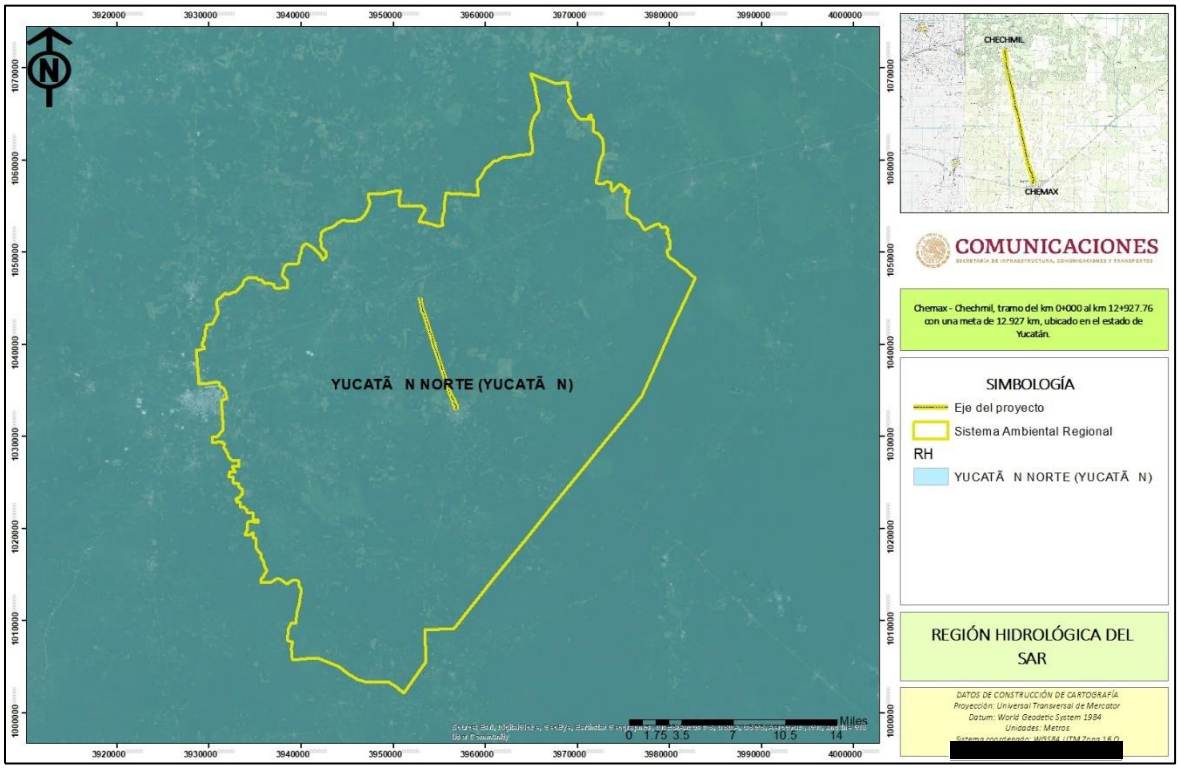


Figura IV.20 Región hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

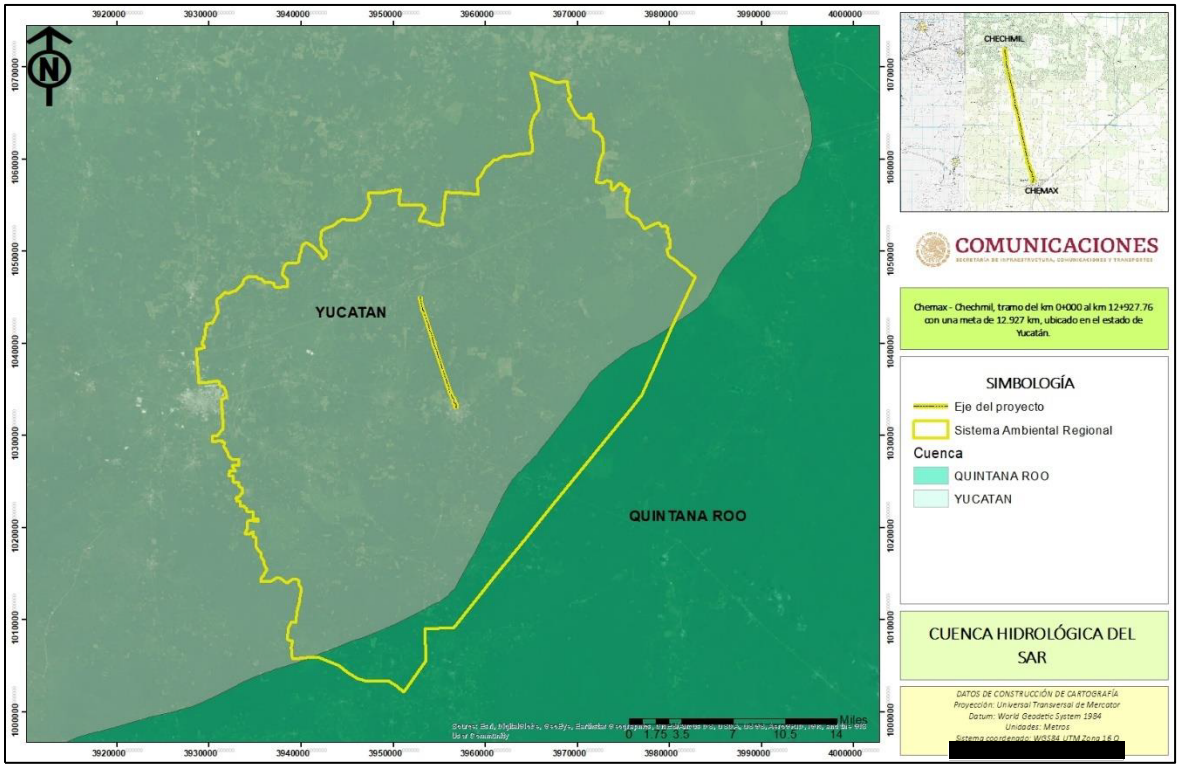


Figura IV.21 Cuenca hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

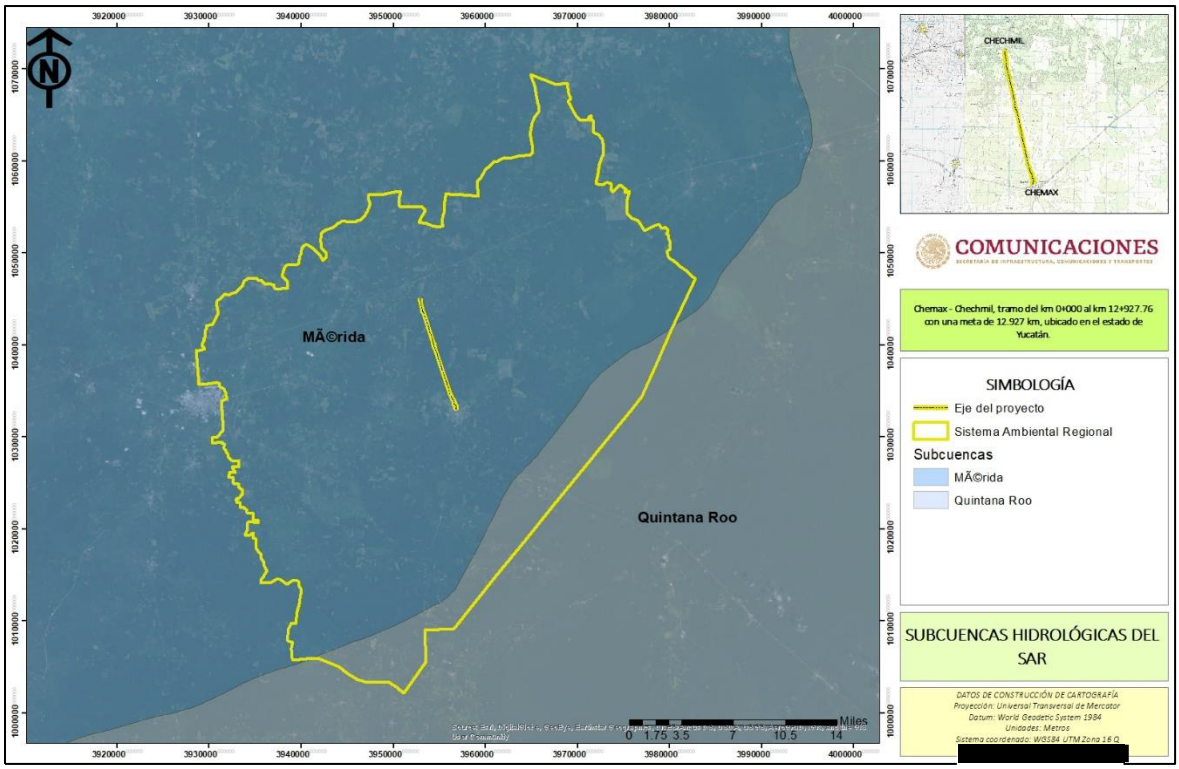


Figura IV.22 Subcuenca hidrológica en la que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.2.8 Escurrimientos superficiales

En Yucatán no existen cuerpos acuíferos superficiales como ríos, arroyos o lagos, sin embargo, debido a las características del subsuelo, la karstificación propicia el almacenamiento y el movimiento del agua subterránea a través de una red de cavidades interconectadas con fracturas, conductos de disolución, oquedades y cavernas localizadas a diferentes profundidades. Esta red de corrientes subterráneas se manifiesta a lo largo y ancho de la geografía estatal en forma de grutas y aguadas llamadas cenotes que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea. Estos cuerpos a nivel del manto freático están conectados con otros flujos laminares subterráneos no expuestos que forman un sistema donde sus niveles varían de 130 metros en el vértice del sur del Estado a dos a tres metros en el cordón litoral, donde se realiza la descarga natural del acuífero rumbo a Celestún, Dzilam de Bravo y San Felipe, que desembocan a manera de ríos y fluye hacia las lagunas costeras alimentando los esteros y lagunas costeras.

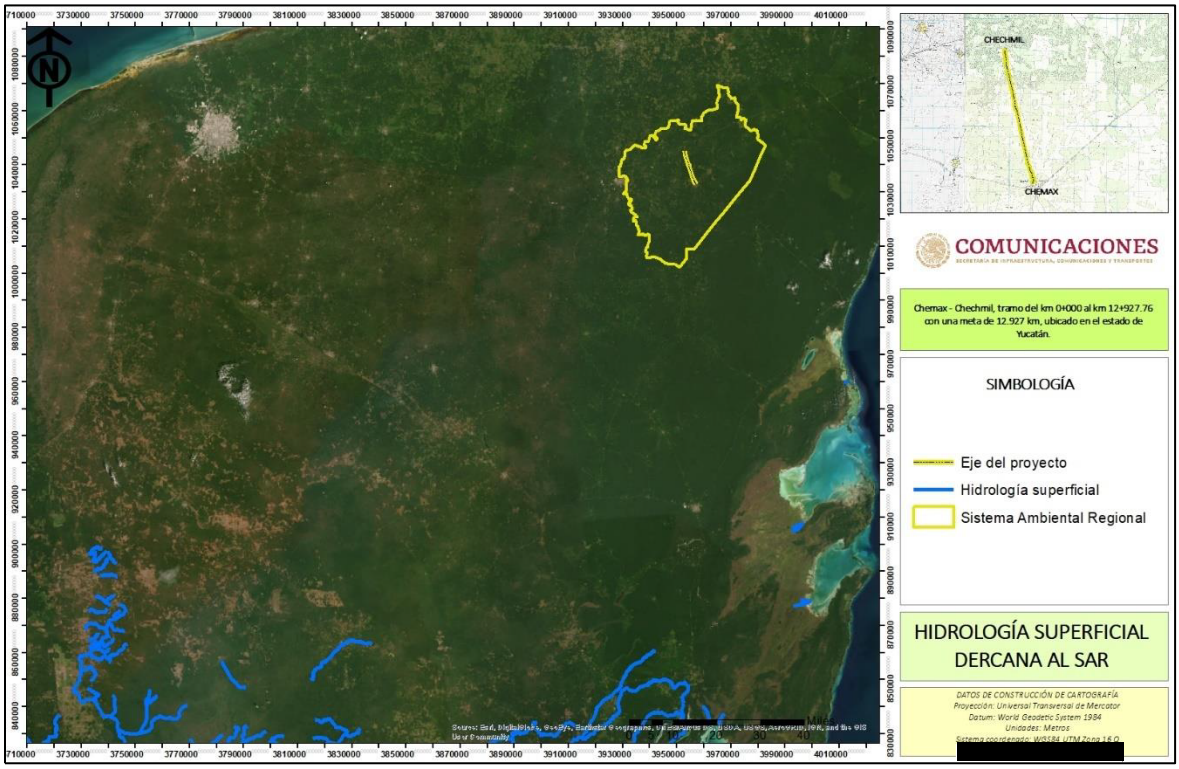


Figura IV.23 Escurrimientos superficiales cercanos al sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.3 Fenómenos naturales extremos

En la Tierra ocurren diferentes tipos de desastres naturales, estos desastres son provocados por diversos motivos, y aunque causan pérdidas, es un proceso natural como su nombre lo indica, pero a pesar de serlo, el ser humano contamina el planeta lo que provoca a su vez un calentamiento de la Tierra que hace que el planeta se descontrole y por esto los desastres

ocurran con mayor frecuencia. Los más conocidos son los tsunamis, huracanes, inundaciones y terremotos.

Algunos de los desastres más graves ocurridos en México en los últimos 35 años son:

- El sismo de la ciudad de México, en 1985
- El huracán Gilberto, en 1988
- El huracán Paulina, en 1999
- Las inundaciones en Veracruz, en 1999
- El huracán Keith, en 2000
- Las inundaciones en los estados del centro y sur del país, en 2003
- El huracán Stans en el Sureste, en 2005
- El huracán Wilma en Quintana Roo, 2005
- Las inundaciones de Tabasco, en 2007
- El huracán Jimena en Baja California y Sinaloa, 2009
- Inundaciones en los estados de México, Veracruz y tabasco, 2009
- Inundaciones en los Estados de Guerrero y Michoacán, 2013
- Sismo en los estados de Chiapas y Oaxaca, septiembre 2017.
- Sismo en la Ciudad de México y áreas cercanas, septiembre 2017.
- Sismo en la costa de Oaxaca en junio de 2020.
- Huracán Nora en costas del estado de Guerrero, 2021.
- Huracán Otis en costas del estado de Guerrero, 2023.

El estado de Yucatán es susceptible a sufrir tolos los peligros de origen natural, sin embargo, por su ubicación geográfica y su orografía, de acuerdo con *Maciel et. al*. (1997) a partir de los fenómenos históricos registrados, se obtuvo como resultado que los fenómenos naturales que podrían provocar una mayor amenaza para la población son: ciclones tropicales, incendios forestales, inundaciones, movimientos de masa, agua de mala calidad y gases en el suelo y aire.

IV.3.3.1 Inundaciones

Una inundación es el evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo extremo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. El 45% del SAR presenta un riesgo muy alto por inundaciones, el restante 55% presenta un riesgo alto, sin embargo, para el caso del proyecto, se ubica en su totalidad dentro de un área con riesgo alto por inundaciones, toda vez que el área del proyecto se ubica en una zona plana, lo que aumenta significativamente el riego de inundación.

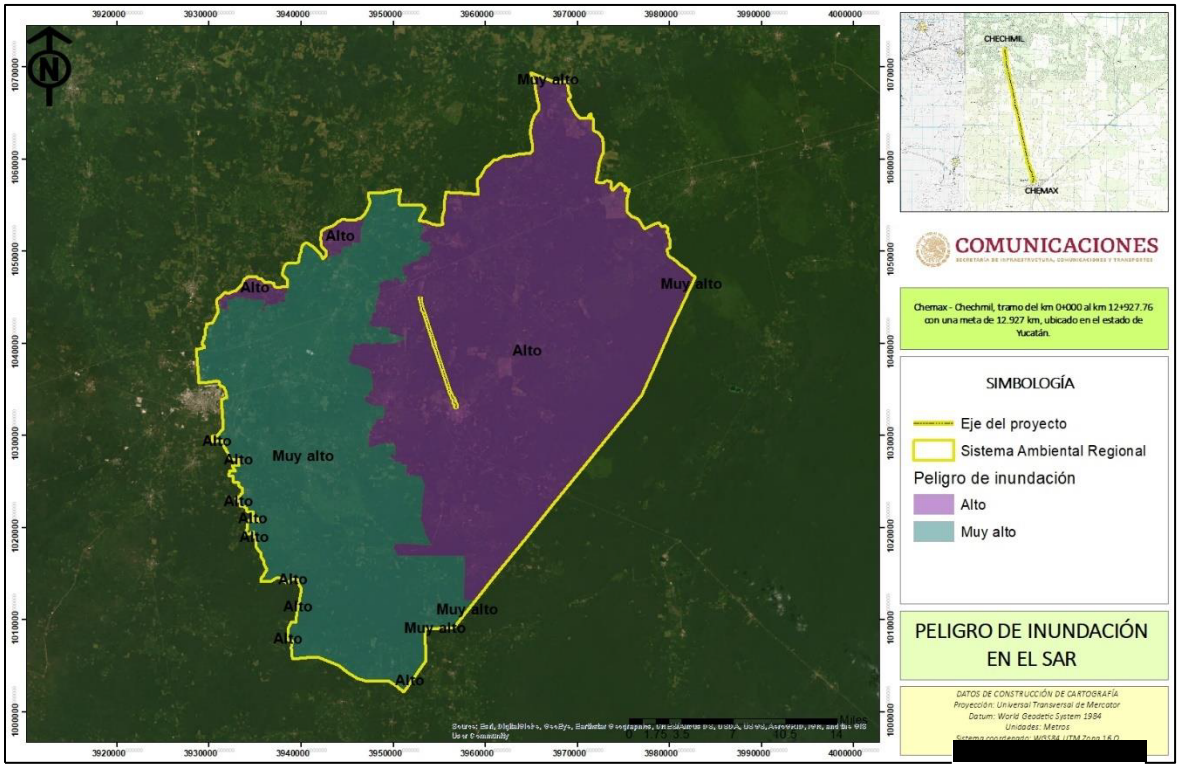


Figura IV.24 Riesgo por inundación en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.3.2 Sequia

La sequía meteorológica en que las lluvias acumuladas en una estación o en años están significativamente por debajo de lo normal, constituye uno de los mayores peligros climáticos para México. De acuerdo con la Conagua (2019) al menos 16 estaciones meteorológicas de Yucatán se encuentran con algún grado de sequía; principalmente en la región costera del estado. Para el sistema ambiental regional se registra un riesgo de sequía medio y bajo. Por lo cual, la empresa constructora deberá contar con los protocolos de protección civil para evitar una contingencia ambiental a consecuencia de la sequía en la zona del proyecto.

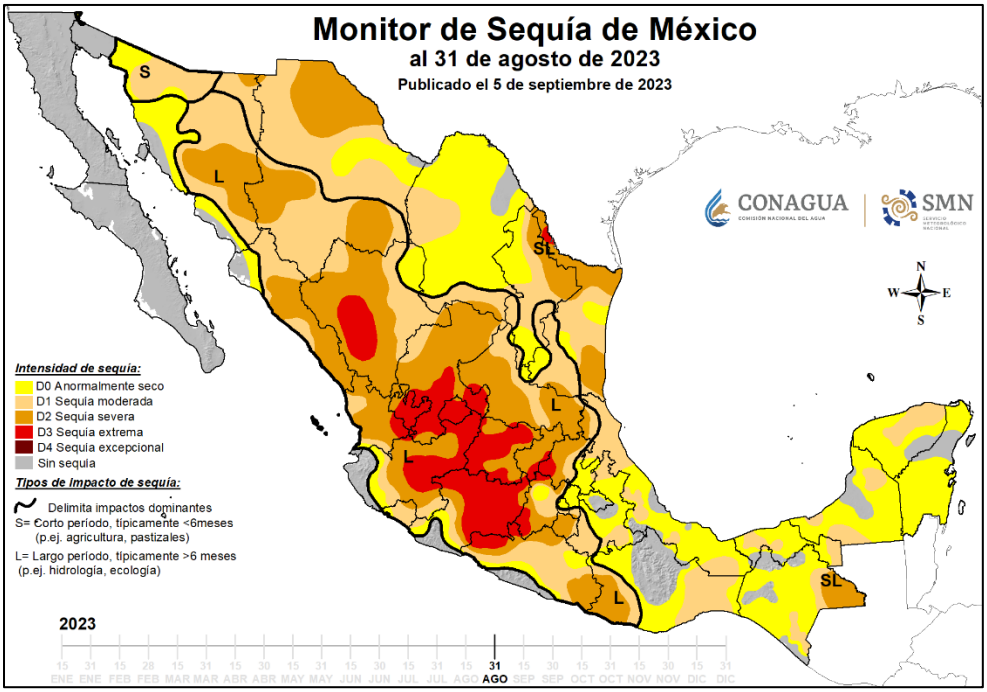


Figura IV.25 Monitor de sequía en México de acuerdo a la CONAGUA y Servicio Meteorológico Nacional. Fuente. CONAGUA.

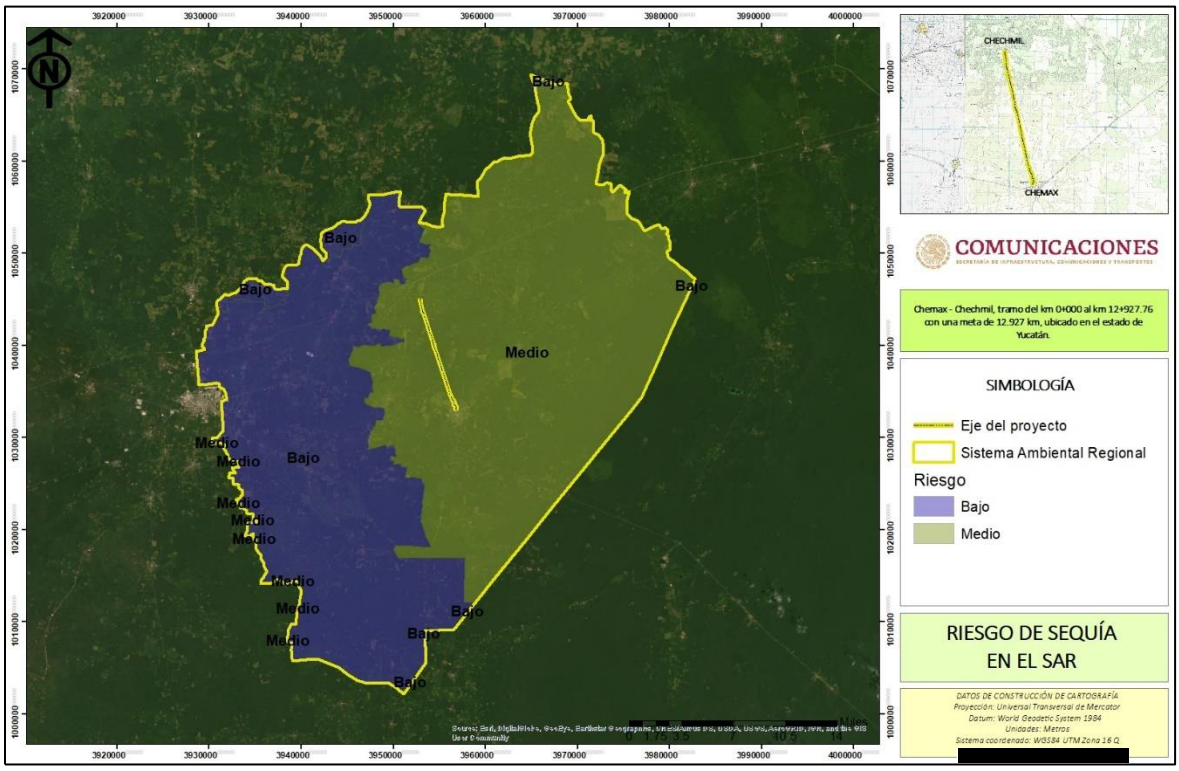


Figura IV.26 Grado de sequía en el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.3.3 Fenómenos hidrometeorológicos

La península de Yucatán es una región natural, cultural y económica que no está libre de la influencia del cambio climático, a pesar de que no ha sido un gran contribuyente al calentamiento global.

Sin embargo, es de considerar que las condiciones geográficas que la conforman la hacen sensible a que sufra tales consecuencias, por lo siguiente:

- Tiene una alta influencia marítima.
- Está sujeta al embate de fenómenos hidrometeorológicos (nortes, ondas tropicales y ciclones), los que pueden intensificarse en número, frecuencia e intensidad como producto del calentamiento de la superficie oceánica.
- Está en una zona de altas presiones, lo que además puede ocasionar procesos de desertización.

Para el sistema ambiental regional y área del proyecto se tiene registrado áreas con un grado de afectación muy alto a causa de ciclones tropicales, por lo cual, la empresa constructora deberá contar con los protocolos de protección civil para evitar una contingencia ambiental a consecuencia del impacto de un ciclón tropical en la zona del proyecto.

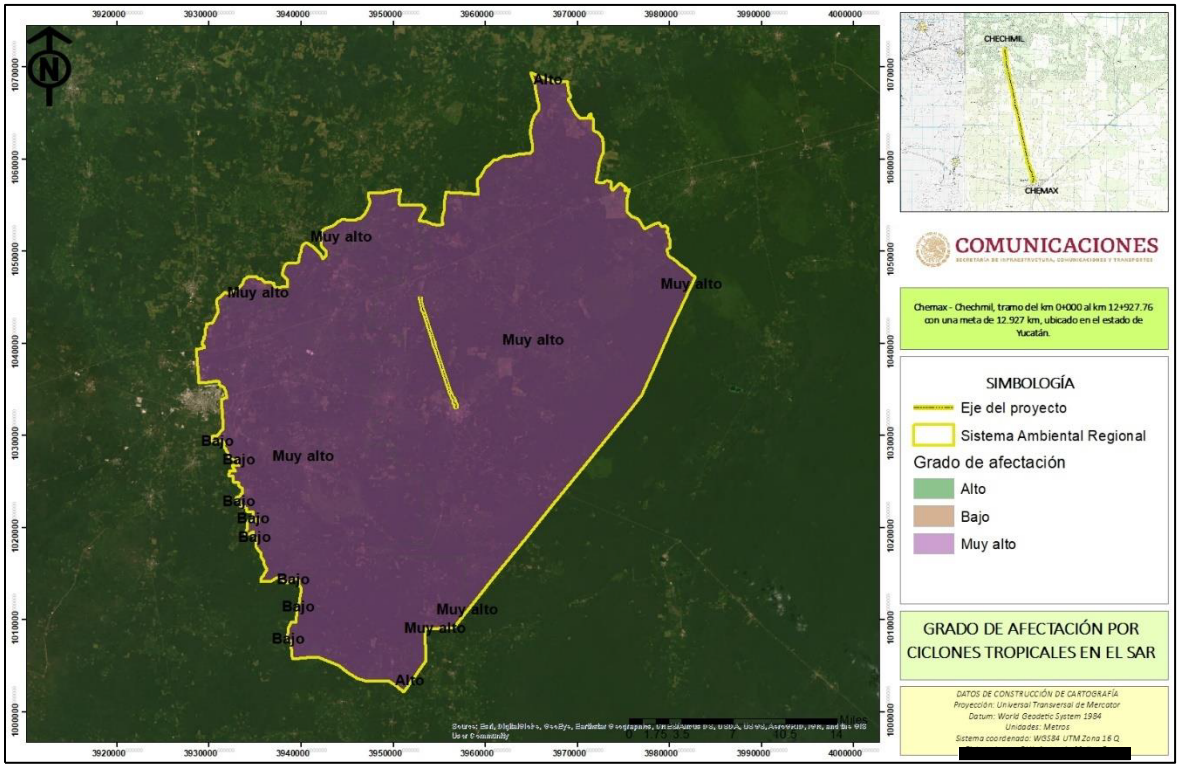


Figura IV.27 Grado de afectación por ciclones tropicales.

IV.3.4 Medio biótico

Los factores bióticos son los organismos vivos que influencian la forma de un ecosistema. Se referirse a la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra competencia u otros tipos de interacciones entre las especies, dados por el alimento, el espacio, etc. Como consecuencia modifican las poblaciones de otras especies.

IV.3.4.1 Provincias florísticas

El estado de Yucatán se ubica en su totalidad en la región florística del mismo nombre; por lo cual, el sistema ambiental regional y área del proyecto se encuentran dentro de la provincia florística denominada "Península de Yucatán". La Provincia de la Península de Yucatán, comprende probablemente el territorio íntegro de esta unidad fisiográfica, pero sus límites meridionales no se pueden determinar aún con exactitud. Incluye también al menos una parte de Belice y el Departamento de Petén en Guatemala. El clima es cálido y húmedo en la base de la Península y existe un gradiente de aumento de sequedad en dirección sureste-noroeste. La vegetación consiste primordialmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios. La flora, en general, presenta una gran similitud con la de la provincia anterior, pero destaca un número considerable de endemismos y, además, sus relaciones con las Antillas son más acentuadas que en cualquier otra parte de la República. Al igual que en las provincias de la Costa Pacífica y de la Costa del Golfo de México es notable el empobrecimiento de la flora hacia el noroeste. Los géneros de plantas vasculares sólo conocidos en la Península de Yucatán son los siguientes: *Asemnanthe, Beltrania, Goldmanella, Harleya, Plagiolophus*.

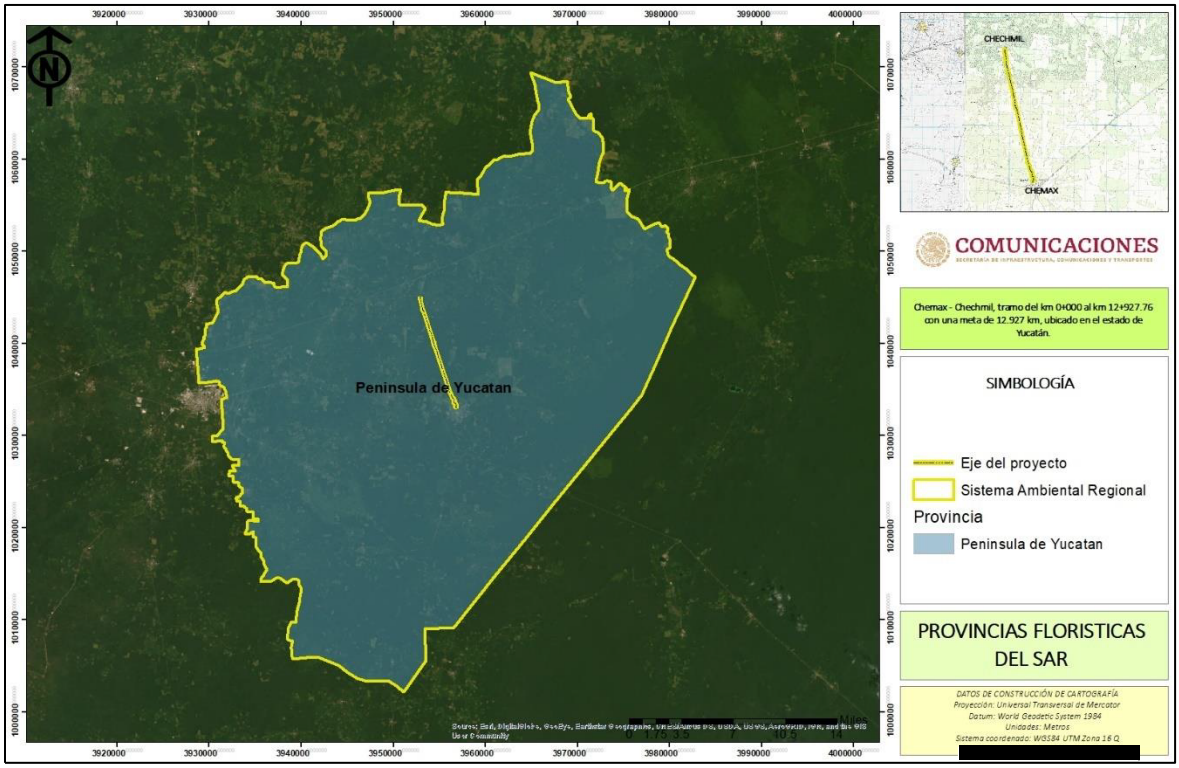


Figura IV.28 Provincia florística en que se encuentra el sistema ambiental regional y área del proyecto.

IV.3.4.2 Uso de suelo y vegetación del SAR

De acuerdo INEGI se registran 7 usos de suelo y vegetación en base a la serie VII dentro del sistema ambiental regional, los cuales son;

ADV	Desprovisto de vegetación
AH	Asentamientos humanos
PC	Pastizal cultivado
SMQ	Selva mediana subperennifolia
TA	Agricultura de temporal
Vs/SMQ	Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
Vs/SMS	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

Durante los trabajos de campo realizados en la zona del proyecto, se identificó que en las colindancias del proyecto se presentan 3 tipos de uso de suelo y vegetación, (1) Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (Vs/SMSc), agricultura de temporal anual (TAP) y asentamientos humanos (AH) pertenecientes a las localidades de Chemax y Chechmil.

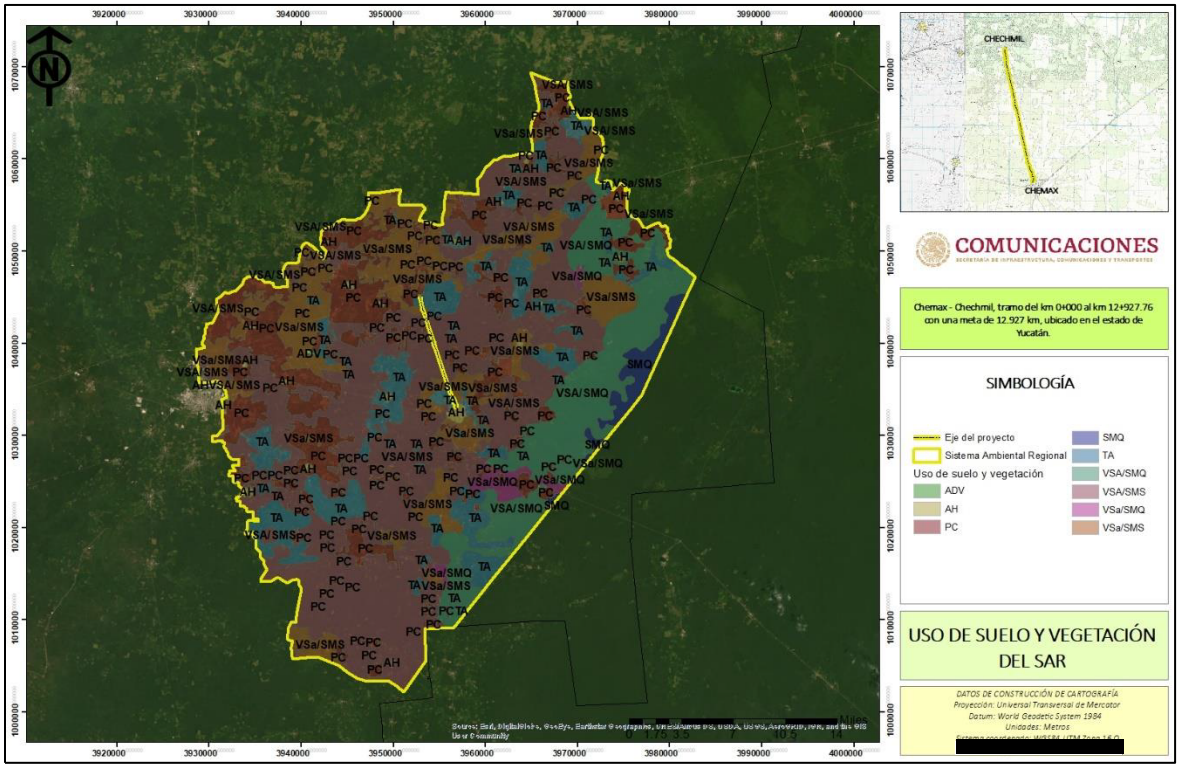


Figura IV.29 Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental regional del proyecto.

Tabla IV.3 Usos de suelo y vegetación en el sistema ambiental regional.

Uso de suelo y vegetación		Superficie	Porcentaje
ADV	Desprovisto de vegetación	95.18 Ha.	0.05 %
AH	Asentamientos humanos	1,321.54 Ha.	0.68 %
PC	Pastizal cultivado	35,649.54 Ha.	18.35 %
SMQ	Selva mediana subperennifolia	3,636.51 Ha.	1.87 %
TA	Agricultura de temporal	18,779.33 Ha.	9.66 %
Vs/SMQ	Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	27,939.35 Ha.	14.38 %
Vs/SMS	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	10,6881.92 Ha.	55.01 %
Totalidad del SAR		**194,303.37 Ha.**	**100.00 %**

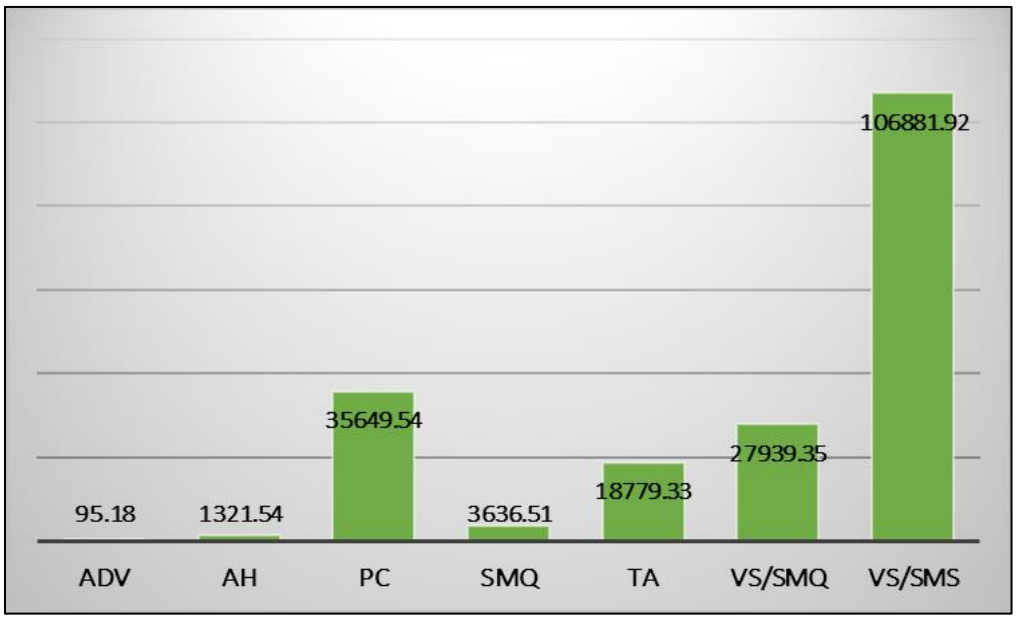


Figura IV.30 Comparativo de los usos de suelo y vegetación dentro del sistema ambiental regional.

A continuación, se describen los usos de suelo y vegetación presentes en el sistema ambiental regional del proyecto de acuerdo a INEGI, cabe mencionar, que las diversas variantes de los tipos de agricultura solo corresponden a la temporalidad del cultivo.

Agricultura de temporal.

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano.

Pastizal cultivado.

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: Digitaria decumbens (zacate pangóla), Pennisetum ciliaris (zacate buffet), Panicum maximum (zacate guinea o privilegio), Panicum purpurascens (zacate pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Asentamientos humanos.

Este uso de suelo pertenece a las localidades de Chemax y Chechmil, se caracteriza por la presencia de vialidades (calles) y zonas habitacionales.

Sin vegetación aparente y desprovisto de vegetación.

Corresponde a pequeñas rancherías o pequeñas parcelas agrícolas que no se encuentran clasificadas dentro del área cultivada del SAR.

Selva mediana caducifolia.

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250 m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7. En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; poseen afloramiento de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos, especialmente en la periferia de la sierra de Ticul y en las hondonadas o rejolladas. Al centro de Veracruz, la selva mediana subcaducifolia se presenta en lomeríos con suelos arenosos o ligeramente arcillosos con buen drenaje. Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Selva mediana subperennifolia.

Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 0C. La precipitación total anual del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1 300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen

muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.

IV.3.4.3 Metodología de muestreo de flora empleado en el SAR, AI y AP

La vegetación presente en el área de afectación del proyecto corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (VS/SMSC) en toda su trayectoria, por lo que, para realizar un análisis comparativo entre la flora del SAR, AI y AP, los sitios de muestreo presentan vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

El muestreo simple al azar es el método fundamental de selección y todos los otros procedimientos de muestreo probabilístico son realmente modificaciones, que pretenden lograr mayor economía o precisión. El muestreo simple al azar requiere que todas las posibles combinaciones del tamaño de la muestra (n), unidades muestrales tengan una probabilidad igual de ser elegidas entre la población, es decir, tamaño de la población (N), (*Romahn y Ramírez, 2010*). Tomando en cuenta lo anterior, se planteó la realización de muestreos rectangulares de 40 metros de largo por 10 metro de ancho cubriendo una superficie de 400 m^2, para el estrato arbóreo y 200 m^2 para el estrato arbustivo y 1 m^2 para el estrato herbáceo.

Los muestreos lineales de basaron en:

- Longitud de 40 metros por 10 metro de ancho, para cubrir una superficie de 400 metros cuadrados.
- Contabilizar las especies arbóreas con un DAP superior a 5 com.
- Se ajusta dicha área a las condiciones de la vegetación encontrada en la línea de ceros (área de afectación forestal por desarrollo del proyecto)
- Se utilizaron las mismas dimensiones del sitio de muestreo en todos los sitios muestreados.

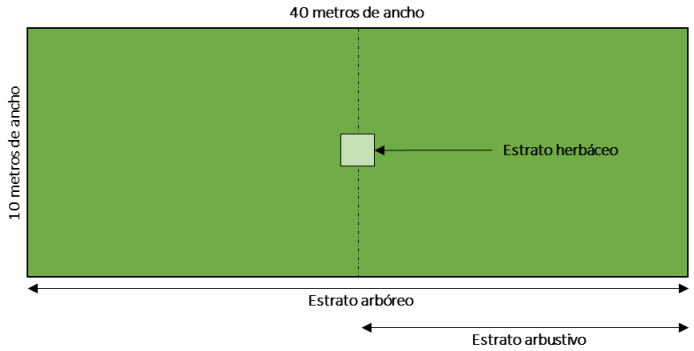


Figura IV.31 Grafico de la metodología de muestreo en el SAR, AI y AP.



Figura IV.32 Actividades de marcaje e identificación de la flora en las unidades muestreales en el SAR, AI y AP.

Para llevar a cabo la construcción del camino Chemax – Chechmil con una meta de 12.927 km, se afectarán 14.73 hectáreas (línea de ceros) de las cuales, solo 11.67 hectáreas presentan de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, por lo cual, se realizaron muestreos forestales dentro de la zona de afectación forestal con una intensidad de muestreo del 4%, por lo cual, se aplicó la siguiente formula, para estimar el número de sitio de muestreo a realizar para tener una muestra representativa confiable de la vegetación.

Fórmula para el cálculo de la intensidad de muestreo:

$$n= (In/100)*N$$

In. Intensidad de muestreo (4 %)

n. superficie a muestrear (4,667.69 m^2)

N. superficie forestal (116,692.40 m^2)

Superficie de muestreo 400 m^2

Cálculo del número de parcelas:

N° de parcelas = n/400

Al considerar parcelas de muestreo de 400 m^2, se obtuvo que para cumplir con una intensidad de muestreo del 4%, se tienen que realizar mínimo 12 muestreos; para el caso del área del proyecto (AP) se realizaron 15 sitios de muestreo de 400 m^2.

IV.3.4.4.1 Vegetación del sistema ambiental regional.

Para el sistema ambiental regional (SAR) se realizaron 8 unidades muestrales en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, los cuales se ubican en las siguientes coordenadas.

Tabla IV.4 Coordenadas de los sitios de muestreo de flora realizados en el SAR.

Sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación			Tipo de vegetación	Superficie de muestreo
	Zona	X	Y		
1	15 P	415944	2304506	Vs/SMSc	400 m^2
2	15 P	403042	2300417	Vs/SMSc	400 m^2
3	15 P	389988	2299990	Vs/SMSc	400 m^2
4	15 P	380763	2296131	Vs/SMSc	400 m^2
5	15 P	400784	2284560	Vs/SMSc	400 m^2
6	15 P	397780	2285215	Vs/SMSc	400 m^2
7	15 P	411120	2290711	Vs/SMSc	400 m^2
8	15 P	413480	2293490	Vs/SMSc	400 m^2
Total muestreado					3,200 m^2

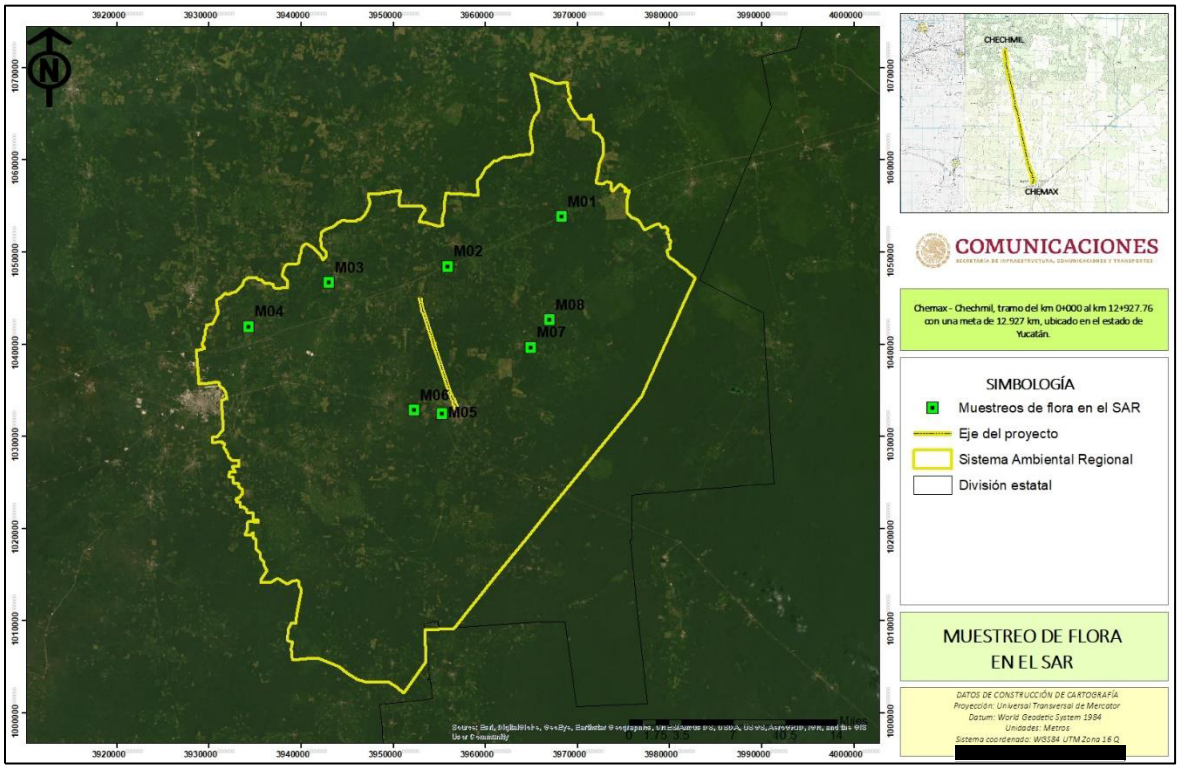


Figura IV.33 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR.

Tabla IV.5 Listado de flora registradas en el SAR.

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	(Jacq.) Urb.	Árbol	-
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	L.	Árbol	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Cojón de toro	Jacq.	Árbol	-
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	(Willd.) Spreng.	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	(L.) Sarg.	Árbol	-
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	(Millsp.) Millsp.	Árbol	-
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	Lunan	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarrillo	Boiss.	Árbol	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	(Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	Árbol	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Palo fierro	(Jacq.) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Erythrina folkersii*	Colorín	Krukoff & Moldenke	Árbol	-
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Canasín	Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	(L.) Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Barbasco	(L.) Sarg.	Árbol	-
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Standl.	Árbol	-
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin negro	(S.F. Blake) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	(L.) H.S. Irwin & Barneby	Árbol	-
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	(Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Árbol	-
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Carrete	Greenm.	Árbol	-
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	Britten & Baker f.	Árbol	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Lam.	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	Standl.	Árbol	-
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Willd.	Árbol	-
Malvaceae	*Thespesia populnea*	Clemón	(L.) Sol. ex Corrêa	Árbol	-
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	L.	Árbol	Pr
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	L.	Árbol	-
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Acahuite	L.	Árbol	-
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	Kunth	Árbol	-
Myrtaceae	*Pimenta dioica*	Pimienta gorda	(L.) Merr.	Árbol	-
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	(O. Berg) Nied.	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	Liebm.	Árbol	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	-	(H. Gross) S.F. Blake	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Anisillo	Urb.	Árbol	-
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Hemsl.	Árbol	-
Salicaceae	*Casearia thamnia*	-	(L.) T. Samar. & M.H. Alford	Árbol	-
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	L.	Árbol	-
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	DC.	Árbol	-
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	L.	Árbol	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	(L.) Lippold	Arbusto	-
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	Burret	Arbusto	-
Asteraceae	*Chromolaena odorata*	Albahaquilla	(L.) R.M. King & H. Rob.	Arbusto	-
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Mal de ojo	(Mill.) S.F. Blake	Arbusto	-
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	L.	Arbusto	-
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	(Jacq.) Sarg.	Arbusto	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	Palo blanco	Müll. Arg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Chaya silvestre	McVaugh	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	Kunth	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	L.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton malvaviscifolius*	-	Millsp.	Arbusto	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	L.	Arbusto	-
Fabaceae	*Cajanus cajan*	Frijol de palo	(L.) Huth	Arbusto	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Motita morada	Benth.	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	(Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	(Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	(L.) Seigler & Ebinger	Arbusto	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	L.	Arbusto	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	Kunth	Arbusto	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Coma de uña	L.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Perlilla	(L.) Hitchc.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Jacq.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	L.	Arbusto	-
Salicaceae	*Xylosma flexuosa*	Granadillo	(Kunth) Hemsl.	Arbusto	-
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	-	Brandegee	Arbusto	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	L.	Arbusto	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	Kunth	Hierba	-
Araceae	*Monstera deliciosa*	Mano de léon	Liebm.	Hierba	-
Asteraceae	*Tridax procumbens*	Hierba del toro	L.	Hierba	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	(Cav.) Spreng.	Hierba	-
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Burm. f.	Hierba	-
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	(L.) Sw.	Hierba	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla*	Lechero	L.	Hierba	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	Golondrina	L.	Hierba	-
Iridaceae	*Cipura paludosa*	Chautillo	Aubl.	Hierba	-
Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Azafrán	L.	Hierba	-
Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Orquídea monja africana	(Lindl.) Rchb. f.	Hierba	-
Poaceae	*Eragrostis amabilis*	-	(L.) Wight & Arn.	Hierba	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	(L.) Hitchc.	Hierba	-
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	-	Kunth	Hierba	-
Poaceae	*Urochloa fusca*	Piojillo granadilla	(Sw.) B.F. Hansen & Wunderlin	Hierba	-
Lamiaceae	*Ocimum campechianum*	Albahaca	Mill.	Hierba	-
Convolvulaceae	*Ipomoea steerei*	-	(Standl.) L.O. Williams	Planta escandente	-
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	(Jacq.) Schott	Planta escandente	-
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Schott	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	L.	Planta escandente	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	L.	Planta escandente	-
Smilacaceae	*Smilax mollis*	Diente de perro	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Planta escandente	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Hook.	Epífita	-
Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	-	(Rchb. f.) R. Jiménez & Carnevali	Epífita	-
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	(A. Schott) D.R. Hunt	Cactácea	-

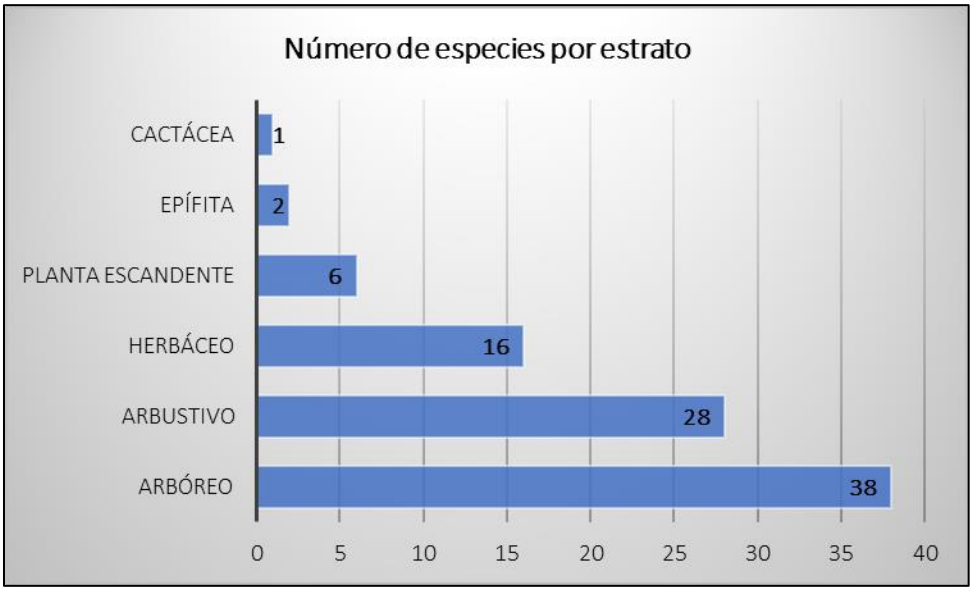


Figura IV.34 Grafico comparativo del número de especies registradas por estrato en el SAR.

De las 91 especies registradas en el sistema ambiental regional (SAR) 38 pertenecen al estrato arbóreo, 28 al estrato arbustivo, 16 al estrato herbáceo, 6 son plantas escandentes, 2 epífitas y solo se identificó 1 cactácea, de las cuales solo 1 especies (*Cedrela odorata*) se encuentra en la categoría de protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación para evitar causar desequilibrios en la población de esta especie.

IV.3.4.4.2 Vegetación del área de influencia del proyecto

Para el área de influencia (AI) se realizaron 12 unidades muestrales en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, los cuales se ubican en las siguientes coordenadas.

Tabla IV.5 Coordenadas de los sitios de muestreo de flora realizados en el AI.

Sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación			Tipo de vegetación	Superficie de muestreo
	Zona	X	Y		
1	15 P	399497	2296998	Vs/SMSc	400 m^2
2	15 P	399992	2295380	Vs/SMSc	400 m^2
3	15 P	400316	2293646	Vs/SMSc	400 m^2

Sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación			Tipo de vegetación	Superficie de muestreo
	Zona	X	Y		
4	15 P	400363	2293147	Vs/SMSc	400 m^2
5	15 P	400918	2290863	Vs/SMSc	400 m^2
6	15 P	401775	2287072	Vs/SMSc	400 m^2
7	15 P	401842	2286397	Vs/SMSc	400 m^2
Total muestreado					2,800 m^2

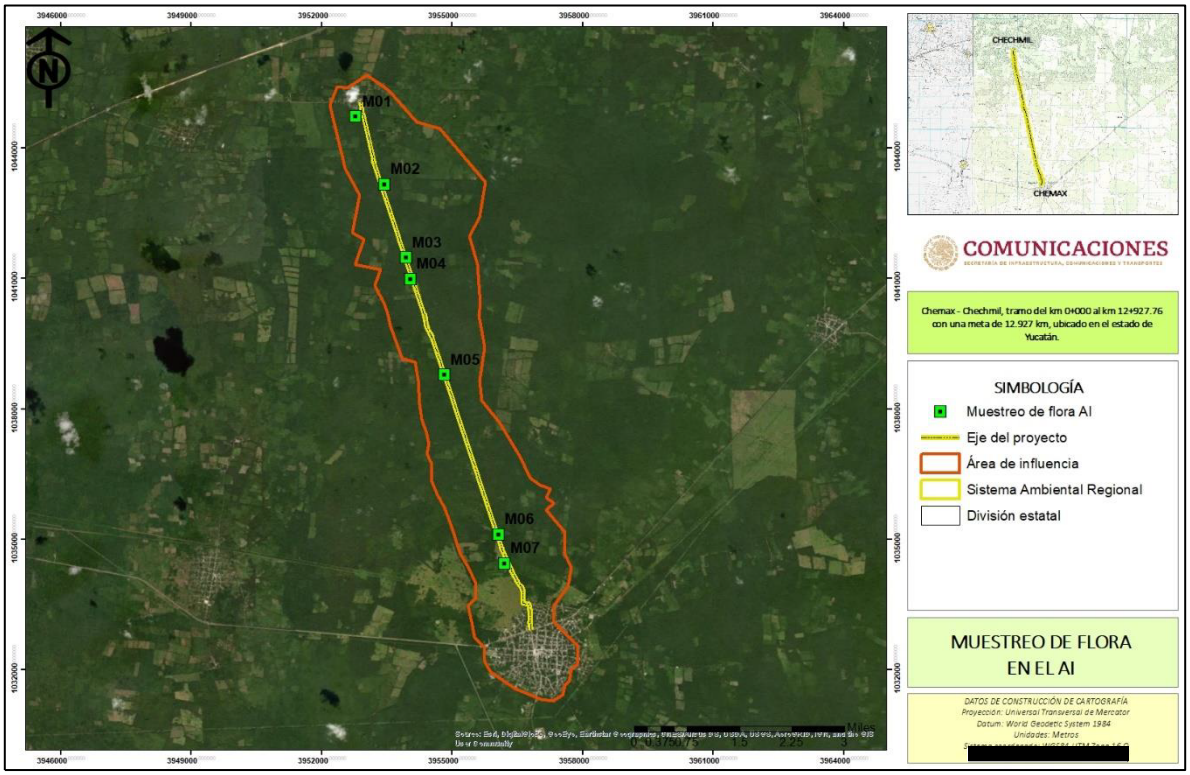


Figura IV.34 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del AI.

Tabla IV.6 Listado de flora registradas en el AI.

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	(Jacq.) Urb.	Árbol	-
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	L.	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	(L.) Sarg.	Árbol	-
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	(Millsp.) Millsp.	Árbol	-
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	Lunan	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarrillo	Boiss.	Árbol	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	(Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	Árbol	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Palo fierro	(Jacq.) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Erythrina folkersii*	Colorín	Krukoff & Moldenke	Árbol	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Canasín	Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	(L.) Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Barbasco	(L.) Sarg.	Árbol	-
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Standl.	Árbol	-
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin negro	(S.F. Blake) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	(L.) H.S. Irwin & Barneby	Árbol	-
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	(Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Árbol	-
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Carrete	Greenm.	Árbol	-
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	Britten & Baker f.	Árbol	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Lam.	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	Standl.	Árbol	-
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Willd.	Árbol	-
Malvaceae	*Thespesia populnea*	Clemón	(L.) Sol. ex Corrêa	Árbol	-
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	L.	Árbol	Pr
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	L.	Árbol	-
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Acahuite	L.	Árbol	-
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	Kunth	Árbol	-
Myrtaceae	*Pimenta dioica*	Pimienta gorda	(L.) Merr.	Árbol	-
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	(O. Berg) Nied.	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	Liebm.	Árbol	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	-	(H. Gross) S.F. Blake	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Anisillo	Urb.	Árbol	-
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Hemsl.	Árbol	-
Salicaceae	*Casearia thamnia*	-	(L.) T. Samar. & M.H. Alford	Árbol	-
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	L.	Árbol	-
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	DC.	Árbol	-
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	L.	Árbol	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	(L.) Lippold	Arbusto	-
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	Burret	Arbusto	-
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	L.	Arbusto	-
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	(Jacq.) Sarg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	Palo blanco	Müll. Arg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Chaya silvestre	McVaugh	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	Kunth	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	L.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton malvaviscifolius*	-	Millsp.	Arbusto	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	L.	Arbusto	-
Fabaceae	*Cajanus cajan*	Frijol de palo	(L.) Huth	Arbusto	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Motita morada	Benth.	Arbusto	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	(Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	(Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	(L.) Seigler & Ebinger	Arbusto	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	L.	Arbusto	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	Kunth	Arbusto	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Coma de uña	L.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Perlilla	(L.) Hitchc.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Jacq.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	L.	Arbusto	-
Salicaceae	*Xylosma flexuosa*	Granadillo	(Kunth) Hemsl.	Arbusto	-
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	-	Brandegee	Arbusto	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	L.	Arbusto	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	Kunth	Hierba	-
Araceae	*Monstera deliciosa*	Mano de léon	Liebm.	Hierba	-
Asteraceae	*Tridax procumbens*	Hierba del toro	L.	Hierba	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	(Cav.) Spreng.	Hierba	-
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Burm. f.	Hierba	-
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	(L.) Sw.	Hierba	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	Golondrina	L.	Hierba	-
Iridaceae	*Cipura paludosa*	Chautillo	Aubl.	Hierba	-
Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Azafrán	L.	Hierba	-
Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Orquídea monja africana	(Lindl.) Rchb. f.	Hierba	-
Poaceae	*Eragrostis amabilis*	-	(L.) Wight & Arn.	Hierba	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	(L.) Hitchc.	Hierba	-
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	-	Kunth	Hierba	-
Poaceae	*Urochloa fusca*	Piojillo granadilla	(Sw.) B.F. Hansen & Wunderlin	Hierba	-
Convolvulaceae	*Ipomoea steerei*	-	(Standl.) L.O. Williams	Planta escandente	-
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	(Jacq.) Schott	Planta escandente	-
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Schott	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	L.	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	L.	Planta escandente	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Hook.	Epífita	-
Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	-	(Rchb. f.) R. Jiménez & Carnevali	Epífita	-
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	(A. Schott) D.R. Hunt	Cactácea	-

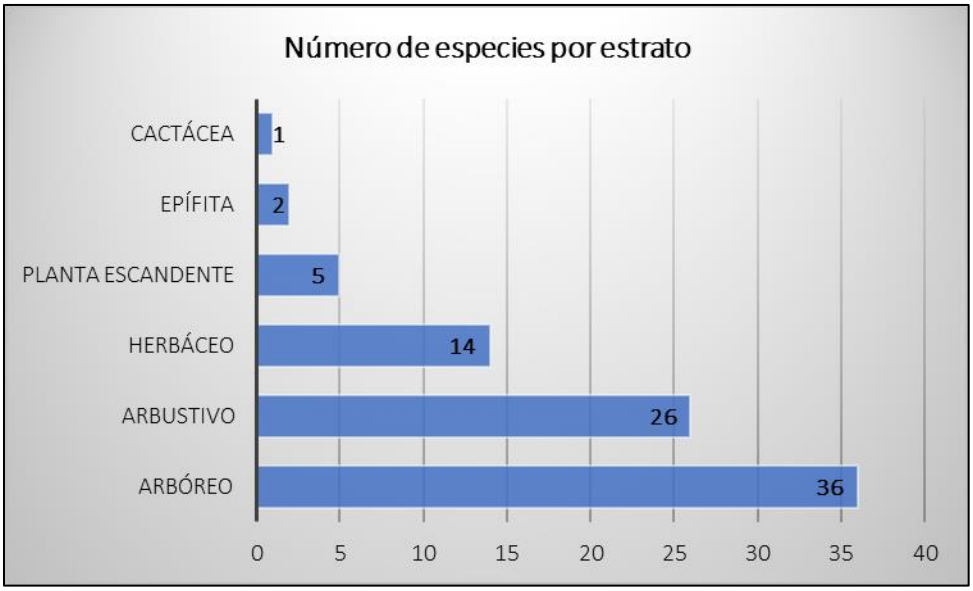


Figura IV.35 Grafico comparativo del número de especies registradas por estrato en el AI.

De las 84 especies registradas en el área de influencia del proyecto (AI) 36 pertenecen al estrato arbóreo, 26 al estrato arbustivo, 14 al estrato herbáceo, 5 son plantas escandentes, 2 epífitas y solo se identificó 1 cactácea, de las cuales solo 1 especies (*Cedrela odorata*) se encuentra en la categoría de protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación para evitar causar desequilibrios en la población de esta especie.

IV.3.4.4.3 Vegetación del área del proyecto

Para el área del proyecto (AP) se realizaron 15 unidades muestrales en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, los cuales se ubican en las siguientes coordenadas.

Tabla IV.6 Coordenadas de los sitios de muestreo de flora realizados en el AP.

Sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación			Tipo de vegetación	Superficie de muestreo
	Zona	X	Y		
1	15 P	399678	2296810	Vs/SMSc	400 m^2
2	15 P	399723	2296446	Vs/SMSc	400 m^2
3	15 P	399786	2295935	Vs/SMSc	400 m^2
4	15 P	399904	2295393	Vs/SMSc	400 m^2
5	15 P	400042	2294759	Vs/SMSc	400 m^2
6	15 P	400183	2294117	Vs/SMSc	400 m^2
7	15 P	400289	2293638	Vs/SMSc	400 m^2
8	15 P	400601	2292127	Vs/SMSc	400 m^2
9	15 P	400393	2293154	Vs/SMSc	400 m^2
10	15 P	400766	2291448	Vs/SMSc	400 m^2
11	15 P	400898	2290860	Vs/SMSc	400 m^2

Sitio de muestreo	Coordenadas de ubicación			Tipo de vegetación	Superficie de muestreo
	Zona	X	Y		
12	15 P	401125	2289814	Vs/SMSc	400 m^2
13	15 P	401360	2288748	Vs/SMSc	400 m^2
14	15 P	401634	2287487	Vs/SMSc	400 m^2
15	15 P	401916	2286364	Vs/SMSc	400 m^2
Total muestreado					6,000 m^2

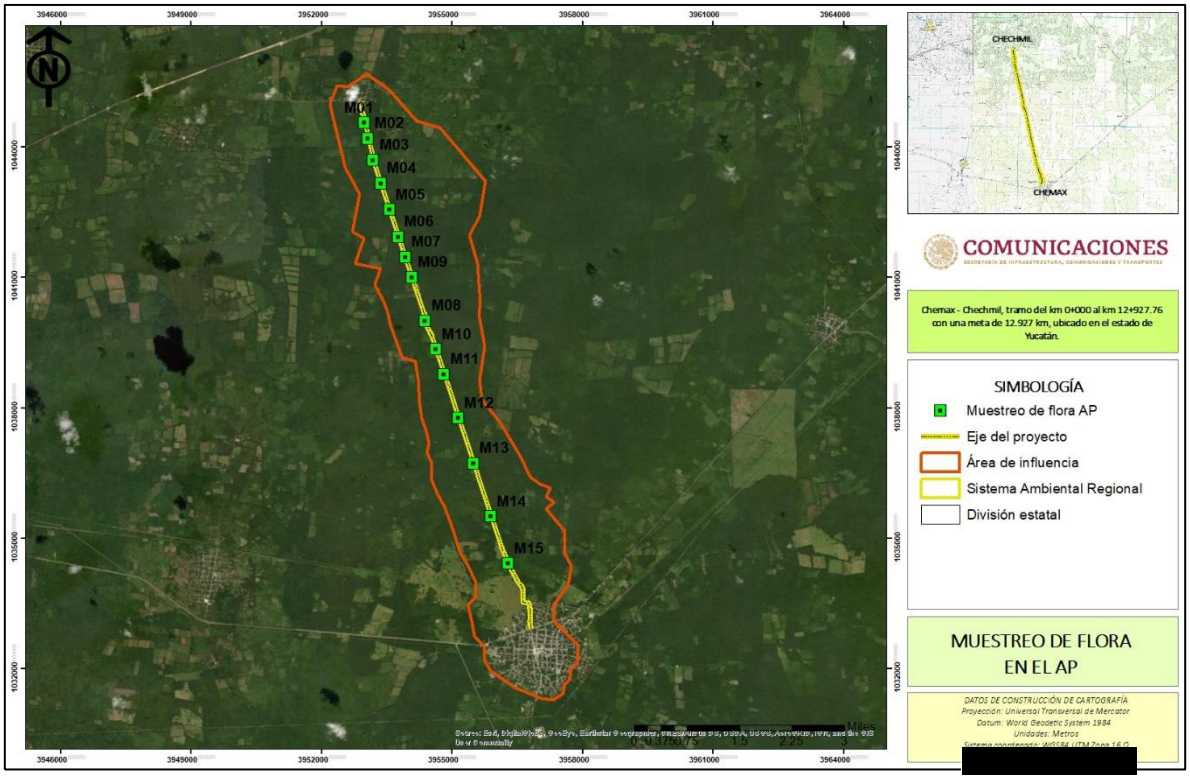


Figura IV.35 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP.

Tabla IV.7 Listado de flora registradas en el AP.

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	(Jacq.) Urb.	Árbol	-
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	L.	Árbol	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	(L.) Sarg.	Árbol	-
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	(Millsp.) Millsp.	Árbol	-
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	Lunan	Árbol	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarrillo	Boiss.	Árbol	-
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	(Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	Árbol	-
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Palo fierro	(Jacq.) Britton & Rose	Árbol	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Canasín	Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	(L.) Benth.	Árbol	-
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Barbasco	(L.) Sarg.	Árbol	-
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Standl.	Árbol	-
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin negro	(S.F. Blake) Britton & Rose	Árbol	-
Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	(L.) H.S. Irwin & Barneby	Árbol	-
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	(Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Árbol	-
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	Britten & Baker f.	Árbol	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Lam.	Árbol	-
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	Standl.	Árbol	-
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Willd.	Árbol	-
Malvaceae	*Thespesia populnea*	Clemón	(L.) Sol. ex Corrêa	Árbol	-
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	L.	Árbol	Pr
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	L.	Árbol	-
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Acahuite	L.	Árbol	-
Myrtaceae	*Pimenta dioica*	Pimienta gorda	(L.) Merr.	Árbol	-
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	(O. Berg) Nied.	Árbol	-
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	Liebm.	Árbol	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	-	(H. Gross) S.F. Blake	Árbol	-
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Anisillo	Urb.	Árbol	-
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Hemsl.	Árbol	-
Salicaceae	*Casearia thamnia*	-	(L.) T. Samar. & M.H. Alford	Árbol	-
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	L.	Árbol	-
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	DC.	Árbol	-
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	L.	Árbol	-
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	(L.) Lippold	Arbusto	-
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	Burret	Arbusto	-
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	L.	Arbusto	-
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	(Jacq.) Sarg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	Palo blanco	Müll. Arg.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Chaya silvestre	McVaugh	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	Kunth	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	L.	Arbusto	-
Euphorbiaceae	*Croton malvaviscifolius*	-	Millsp.	Arbusto	-
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	L.	Arbusto	-
Fabaceae	*Cajanus cajan*	Frijol de palo	(L.) Huth	Arbusto	-
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Motita morada	Benth.	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	(Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	(Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Arbusto	-

Familia	Especie	Nombre común	Autoridad	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	(L.) Seigler & Ebinger	Arbusto	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	L.	Arbusto	-
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	Kunth	Arbusto	-
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Coma de uña	L.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Perlilla	(L.) Hitchc.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Jacq.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo	Sw.	Arbusto	-
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	L.	Arbusto	-
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	-	Brandegee	Arbusto	-
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	L.	Arbusto	-
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	Kunth	Hierba	-
Araceae	*Monstera deliciosa*	Mano de léon	Liebm.	Hierba	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	(Cav.) Spreng.	Hierba	-
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Burm. f.	Hierba	-
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	(L.) Sw.	Hierba	-
Iridaceae	*Cipura paludosa*	Chautillo	Aubl.	Hierba	-
Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Azafrán	L.	Hierba	-
Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Orquídea monja africana	(Lindl.) Rchb. f.	Hierba	-
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	(L.) Hitchc.	Hierba	-
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	-	Kunth	Hierba	-
Poaceae	*Urochloa fusca*	Piojillo granadilla	(Sw.) B.F. Hansen & Wunderlin	Hierba	-
Convolvulaceae	*Ipomoea steerei*	-	(Standl.) L.O. Williams	Planta escandente	-
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	(Jacq.) Schott	Planta escandente	-
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Schott	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	L.	Planta escandente	-
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	L.	Planta escandente	-
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Hook.	Epífita	-
Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	-	(Rchb. f.) R. Jiménez & Carnevali	Epífita	-
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	(A. Schott) D.R. Hunt	Cactácea	-

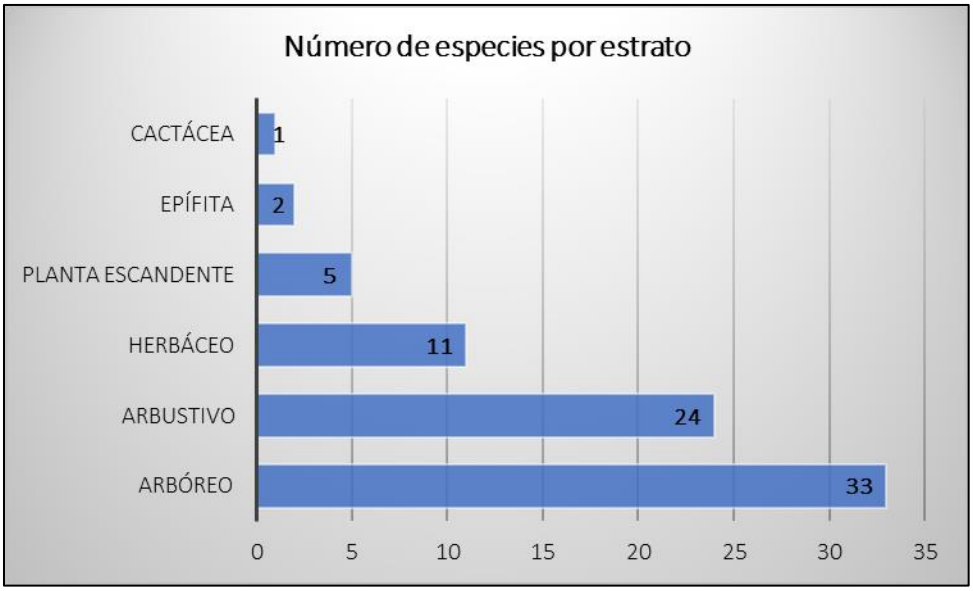


Figura IV.36 Grafico comparativo del número de especies registradas por estrato en el AP.

De las 76 especies registradas en el área del proyecto (AP) 33 pertenecen al estrato arbóreo, 24 al estrato arbustivo, 11 al estrato herbáceo, 5 son plantas escandentes, 2 epífitas y solo se identificó 1 cactácea, de las cuales solo 1 especies (*Cedrela odorata*) se encuentra en la categoría de protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación para evitar causar desequilibrios en la población de esta especie.

IV.3.4.5 Análisis cuantitativo de la estructura florística del SAR, AI y AP

El proyecto para alcanzar las especificaciones técnicas de una carretera tipo D (6.0 metros de ancho de calzada más 0.50 metros de

acotamiento) afectará 11.67 hectáreas forestales de especies secundarias de selva mediana subcaducifolia; a continuación, se realiza el análisis comparativo entre la comunidad florística de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia del SAR, AI y AP.

Tabla IV.8 Comparativo del número de especies por estrato en el SAR, AI y AP.

Estrato	Especies
Arbóreo SAR	38
Arbóreo AI	36
Arbóreo AP	33
Arbustivo SAR	28
Arbustivo AI	26
Arbustivo AP	24
Herbáceo SAR	16
Herbáceo AI	14
Herbáceo AP	11

Estrato	Especies
Planta escandente SAR	6
Planta escandente AI	5
Planta escandente AP	5
Epífita SAR	2
Epífita AI	2
Epífita AP	2
Cactácea SAR	1
Cactácea AI	1
Cactácea AP	1
Especies totales SAR	**91**
Especies totales AI	**84**
Especies totales AP	**76**

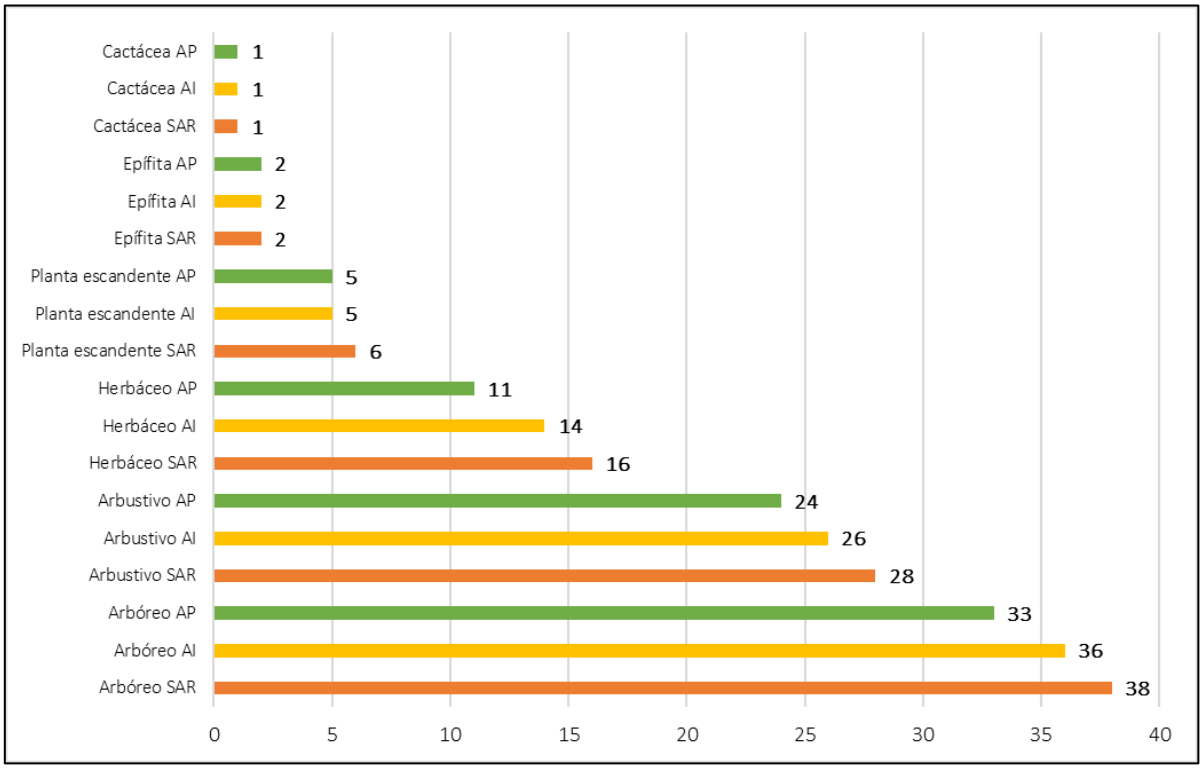


Figura IV.37 Gráfico comparativo entre el número de especies por estrato en el SAR, AI y AP.

De acuerdo a la tabla y gráfico anterior, el SAR presenta el número mayor de especies (91), con respecto al AI (84) y AP (76); y todas las especies que se registraron en el área del proyecto (AP) se encuentran representadas en el AI y SAR, por lo que no se pondrá en riesgo la presencia de alguna especies por el desarrollo del proyecto, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar causar desequilibrios ambientales por la ejecución del proyecto.

Así mismo, es importante mencionar, que para el desarrollo del proyecto en las áreas forestales que comprenden 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia se afectaran

Tabla IV.9 Número de individuos de flora a afectar por especie y estrato dentro de las 11.67 Ha. de afectación forestal.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos a afectar
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	Árbol	-	428
Annonaceae	*Annona reticulata*	Chirimoya corazón de buey	Árbol	-	19
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	-	1750
Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	Árbol	-	272
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	Árbol	-	78
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechtendalii*	Cigarrillo	Árbol	-	19
Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	Árbol	-	1711
Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Palo fierro	Árbol	-	175
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Canasín	Árbol	-	583
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Árbol	-	506
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Barbasco	Árbol	-	292
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	Árbol	-	117
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Catzin negro	Árbol	-	39
Fabaceae	*Senna atomaria*	Palo zorrillo	Árbol	-	194
Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	Árbol	-	642
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	Árbol	-	194
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Árbol	-	39
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	Árbol	-	78
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	Árbol	-	58
Malvaceae	*Thespesia populnea*	Clemón	Árbol	-	39
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Árbol	Pr	97
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	Árbol	-	97
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Acahuite	Árbol	-	19
Myrtaceae	*Pimenta dioica*	Pimienta gorda	Árbol	-	194
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	Árbol	-	39
Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	Árbol	-	19
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	-	Árbol	-	233
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Anisillo	Árbol	-	19
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Xkaax	Árbol	-	486
Salicaceae	*Casearia thamnia*	-	Árbol	-	525

Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	Árbol	-	19
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	Árbol	-	39
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	Árbol	-	19
Total por estrato					9,044
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**NOM-059**	**Individuos a afectar**
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	Arbusto	-	19
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Palma bambú	Arbusto	-	19
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	Arbusto	-	992
Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	Arbusto	-	19
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	Palo blanco	Arbusto	-	272
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Chaya silvestre	Arbusto	-	78
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	Arbusto	-	583
Euphorbiaceae	*Croton humilis*	Palillo	Arbusto	-	58
Euphorbiaceae	*Croton malvaviscifolius*	-	Arbusto	-	78
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	Arbusto	-	350
Fabaceae	*Cajanus cajan*	Frijol de palo	Arbusto	-	58
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Motita morada	Arbusto	-	97
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	Arbusto	-	58
Fabaceae	*Senna villosa*	Sal-ché	Arbusto	-	194
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	Arbusto	-	272
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	Arbusto	-	58
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	Arbusto	-	681
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Coma de uña	Arbusto	-	19
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Perlilla	Arbusto	-	272
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	Arbusto	-	1109
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Retamo	Arbusto	-	214
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	Arbusto	-	1653
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	-	Arbusto	-	194
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	Arbusto	-	486
Total por estrato					7,838
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**NOM-059**	**Individuos a afectar**
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	Hierba	-	19
Araceae	*Monstera deliciosa*	Mano de léon	Hierba	-	19
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	Hierba	-	19
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Hierba	-	39
Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	Hierba	-	253
Iridaceae	*Cipura paludosa*	Chautillo	Hierba	-	97

Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Azafrán	Hierba	-	156
Orchidaceae	*Eulophia maculata*	Orquídea monja africana	Hierba	-	19
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Bambú silvestre	Hierba	-	156
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	-	Hierba	-	97
Poaceae	*Urochloa fusca*	Piojillo granadilla	Hierba	-	545
Total por estrato					1,420
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**NOM-059**	**Individuos a afectar**
Convolvulaceae	*Ipomoea steerei*	-	Planta escandente	-	58
Araceae	*Philodendron hederaceum*	Camote de sargotín	Planta escandente	-	78
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	Planta escandente	-	97
Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	Planta escandente	-	311
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	Planta escandente	-	58
Total por estrato					603
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**NOM-059**	**Individuos a afectar**
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Cola de pato	Epífita	-	39
Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	-	Epífita	-	39
Cactaceae	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	Cactácea	-	272
Total por estrato					350
Individuos totales a afectar en 11.67 Ha.					19,254

De la afectación de 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia se estarán removiendo 9,044 individuos del estrato arbóreo, 7,838 individuos del estrato arbustivo, 1,420 individuos del estrato herbáceo, 603 individuos de vida escandente y 350 individuos de epífitas y cactáceas.

Para realizar el análisis comparativo de la estructura de la vegetación del área del proyecto (AP), área de influencia (AI) y el sistema ambiental regional (SAR), se procedió a aplicar el Índice de Valor de Importancia (IVI) para el estrato arbóreo, además de los índices de riqueza, y diversidad alfa para el SAR, AI y AP.

Para conocer la calidad ambiental de la vegetación en el SAR, AI y AP Se determinó la abundancia de cada especie en relación con el número de árboles, su cobertura, en función del área de copa y su frecuencia con base en su presencia en los sitios de muestreo. Las variables evaluadas se utilizaron para obtener un valor ponderado denominado índice de

valor de importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala de 0 a 100 (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para evaluar la contribución estructural de las especies en el área de estudio se utilizó la estimación de las siguientes variables estructurales: abundancia, cobertura, frecuencia e índice de valor de importancia.

IVI= Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

Dominancia relativa= (Dominancia absoluta por especie / Dominancia absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Dominancia absoluta = Cobertura de una especie / Área muestreada

La cobertura de las especies florísticas se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB= (\pi*d*L)/2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

Densidad relativa= (Densidad absoluta por cada especie / Densidad absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Densidad absoluta= Número de individuos de una especie / Área muestreada

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

Frecuencia relativa= (Frecuencia absoluta por cada especie / Frecuencia absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Frecuencia absoluta= Número de cuadros en los que se presenta cada especie / Número total de cuadros muestreados.

Aplicando la fórmula para el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI) se obtuvieron los siguientes datos;

Cabe mencionar, que el análisis de valor de importancia (IVI) solo se aplico al estrato arbóreo, dado que es más significativo y relevante dente de la comunidad florística de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Tabla IV.10 Comparación del IVI del estrato arbóreo en el SAR, AI y AP del proyecto.

SAR		AI		AP	
Especie	IVI	Especie	IVI	Especie	IVI
Metopium brownei	14.25	*Metopium brownei*	14.67	*Metopium brownei*	15.80
Annona reticulata	3.66	*Annona reticulata*	3.75	*Annona reticulata*	4.18
Tabernaemontana amygdalifolia	3.96	*Bursera simaruba*	29.71	*Bursera simaruba*	31.49
Cochlospermum vitifolium	3.76	*Bourreria pulchra*	9.13	*Bourreria pulchra*	9.97
Bursera simaruba	29.00	*Erythroxylum rotundifolium*	4.08	*Erythroxylum rotundifolium*	4.44
Bourreria pulchra	8.91	*Euphorbia schlechtendalii*	3.75	*Euphorbia schlechtendalii*	4.18
Erythroxylum rotundifolium	3.97	*Cenostigma gaumeri*	24.83	*Cenostigma gaumeri*	26.18
Euphorbia schlechtendalii	3.66	*Chloroleucon mangense*	7.52	*Chloroleucon mangense*	8.12
Cenostigma gaumeri	24.28	*Erythrina folkersii*	6.62	*Lonchocarpus rugosus*	19.70
Chloroleucon mangense	7.30	*Lonchocarpus rugosus*	18.24	*Lysiloma latisiliquum*	13.91
Erythrina folkersii	6.46	*Lysiloma latisiliquum*	13.01	*Piscidia piscipula*	10.09
Lonchocarpus rugosus	17.75	*Piscidia piscipula*	9.47	*Platymiscium yucatanum*	8.15
Lysiloma latisiliquum	12.65	*Platymiscium yucatanum*	7.34	*Senegalia gaumeri*	2.94
Piscidia piscipula	9.17	*Senegalia gaumeri*	2.68	*Senna atomaria*	9.67
Platymiscium yucatanum	7.17	*Senna atomaria*	8.90	*Vachellia pennatula*	14.25
Senegalia gaumeri	2.61	*Vachellia pennatula*	13.33	*Ceiba schottii*	9.11
Senna atomaria	8.65	*Vitex gaumeri*	9.29	*Guazuma ulmifolia*	8.35
Vachellia pennatula	13.00	*Ceiba schottii*	8.30	*Hampea trilobata*	3.86
Vitex gaumeri	9.05	*Guazuma ulmifolia*	7.50	*Luehea speciosa*	7.60
Ceiba schottii	8.10	*Hampea trilobata*	3.52	*Thespesia populnea*	1.86
Guazuma ulmifolia	7.31	*Luehea speciosa*	6.86	*Cedrela odorata*	6.10
Hampea trilobata	3.43	*Thespesia populnea*	1.72	*Melia azedarach*	7.17
Luehea speciosa	6.68	*Cedrela odorata*	5.57	*Trichilia hirta*	2.73
Thespesia populnea	1.67	*Melia azedarach*	6.56	*Pimenta dioica*	4.66
Cedrela odorata	5.42	*Trichilia hirta*	2.47	*Psidium sartorianum*	4.01
Melia azedarach	6.37	*Ficus cotinifolia*	6.86	*Alvaradoa amorphoides*	2.73
Trichilia hirta	2.41	*Pimenta dioica*	4.33	*Neomillspaughia emarginata*	10.12
Ficus cotinifolia	6.68	*Psidium sartorianum*	3.67	*Guettarda combsii*	4.18
Pimenta dioica	4.23	*Alvaradoa amorphoides*	2.47	*Randia longiloba*	8.95
Psidium sartorianum	3.56	*Neomillspaughia emarginata*	9.28	*Casearia thamnia*	16.15
Alvaradoa amorphoides	2.41	*Guettarda combsii*	3.75	*Sapindus saponaria*	4.90
Neomillspaughia emarginata	9.04	*Randia longiloba*	8.42	*Simarouba glauca*	5.46
Guettarda combsii	3.66	*Casearia thamnia*	15.06	*Cecropia peltata*	9.01
Randia longiloba	8.23	*Sapindus saponaria*	4.39	Índice de valor de importancia	300.00
Casearia thamnia	14.64	*Simarouba glauca*	4.95		
Sapindus saponaria	4.28	*Cecropia peltata*	8.01		
Simarouba glauca	4.81	Índice de valor de importancia	300.00		
Cecropia peltata	7.82				
Índice de valor de importancia	300.00				

El índice de valor de importancia (IVI) representa el peso ecológico de una especie dentro de la comunidad florística, por lo que las especies con el IVI más elevado dentro del sistema ambiental regional (SAR) son *Bursera simaruba* (29.00) y *Cenostigma gaumeri* (24.28); para el área de influencia (AI) las especies con el IVI más elevado son *Bursera simaruba* (29.71) y *Cenostigma gaumeri* (24.83); y para el área del proyecto (AP) las especies con el IVI más elevado son *Bursera simaruba* (31.49) y *Cenostigma gaumeri* (26.18). Es importante mencionar, que las especies con el IVI más elevado en los tres sitios (SAR, AI y AP) son las mismas, ya que son las especies que más se han adaptado a la presión antropogénica que se presenta dentro del SAR, por lo que se encuentran mejor representadas dentro de los tres sitios de análisis, sin embargo, el SAR presenta un número mayor de especies en comparación con el AI y AP, siendo este último, el AP el que presenta el menor número de especies.



Figura IV.38 Imágenes de las especies con el IVI más elevado en el SAR, AI y AP. *(Bursera simaruba* y *Cenostigma gaumeri*).

Índice de Margalef.

Este índice permite conocer la riqueza de la flora, transformando el número de especies por muestra a una proporción a la cual, las especies son añadidas por expansión de la muestra, esto en base a la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos; el rango de valores en el que se mide la riqueza se encuentra entre 1.5 (bajo), 3.25 (medio) y 6 (alto), esto en base a lo descrito por Magurran, 1989.

$$Dm=(S-1)/Ln\ (N)$$

Donde:

- Dm. Índice de Margalef.
- S. Número de especies.
- N. Número total de individuos.

Índice de Shannon – Wiener.

Este índice permite evaluar la diversidad en relación a la abundancia de las especies dentro de la comunidad; el rango de los valores se encuentra entre 1.5 (bajo), 2.27 (medio) y 3.5 (alto), también descrito por Magurran, 1989.

$$H´=-\Sigma\ pi\ (Ln\ (pi))$$

Donde:

- H´. Índice de Shannon – Wiener.
- Pi. Proporción de individuos por especie.

Tabla IV.11 Análisis de biodiversidad de los estratos del proyecto en el SAR, AI y AP.

SAR												
Estrato arbóreo			**Estrato arbustivo**			**Estrato herbáceo**			**Plantas escandentes**			**Epífitas y cactáceas**		
Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración	
Riqueza	5.96	Alto	Riqueza	4.41	Medio	Riqueza	3.27	Medio	Riqueza	1.31	Bajo	Riqueza	0.69	Bajo
Diversidad alfa	2.88	Medio	Diversidad alfa	2.76	Medio	Diversidad alfa	2.24	Medio	Diversidad alfa	1.55	Bajo	Diversidad alfa	0.68	Bajo
AI			**AI**			**AI**			**AI**			**AI**		
Estrato arbóreo			**Estrato arbustivo**			**Estrato herbáceo**			**Plantas escandentes**			**Epífitas y cactáceas**		
Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración	
Riqueza	5.66	Alto	Riqueza	4.14	Medio	Riqueza	2.98	Bajo	Riqueza	1.16	Bajo	Riqueza	0.69	Bajo
Diversidad alfa	2.83	Medio	Diversidad alfa	2.65	Medio	Diversidad alfa	2.04	Bajo	Diversidad alfa	1.35	Bajo	Diversidad alfa	0.68	Bajo
AP														
Estrato arbóreo			**Estrato arbustivo**			**Estrato herbáceo**			**Plantas escandentes**			**Epífitas y cactáceas**		
Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración		Índice	Valoración	
Riqueza	5.21	Alto	Riqueza	3.83	Bajo	Riqueza	2.33	Bajo	Riqueza	1.16	Bajo	Riqueza	1.03	Bajo
Diversidad alfa	2.73	Medio	Diversidad alfa	2.56	Medio	Diversidad alfa	1.86	Bajo	Diversidad alfa	1.35	Bajo	Diversidad alfa	0.68	Bajo

En el análisis de biodiversidad, se observa, que el estrato arbóreo para los tres sitios (SAR, AI y AP) presenta una valoración de riqueza alta y diversidad media, ya que este estrato es muy significativo al tener un número alto de especies e individuos, seguido del estrato arbustivo, que en el SAR y AI presenta valores medios de riqueza y diversidad, mientras que en el AP par el estrato arbustivo presenta un valor medio de riqueza y un valor bajo de diversidad; así mismo, el estrato herbáceo, plantas escandentes, epífitas y cactáceas, presenta un valoración baja en los tres sitios (SAR, AI y AP). La valoración de biodiversidad más significativa se encuentra en el SAR, al contar con un número mayor de especies e individuos en todos sus estratos, representado por especies como, *Cochlospermum vitifolium y Vitex gaumeri*, que son especies que caracterizan a la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia; la valoración baja un poco dentro del AI, ya que el número de especies e individuos disminuye a consecuencia de que esta área se encuentra muy cercana a las actividades antropogénicas, teniendo a las especies *Ficus cotinifolia y Annona reticulata*,

como especies características de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia con cierto grado de perturbación; finalmente, el área del proyecto presenta un grado de perturbación que ha reducido la biodiversidad de la flora, a pesar, que se trata de la apertura de un tramo nuevo y se afectarán 11.67 Ha. de vegetación forestal, el área del proyecto al estar cerca de las localidades de Chemax y Chechmil, las cuales influyen con sus actividades agrícolas y ganaderas en las zonas forestales cercanas, por lo cual, las especies como *Bursera simaruba* y *Cenostigma gaumeri* son las más representativas de la zona del AP y que indica un cierto grado de perturbación del estado natural de la vegetación.

Es importante mencionar, que todas las especies que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto se encuentran representadas en el sistema ambiental regional y en el área de influencia, por lo que no se pondrá en riesgo la presencia de alguna especie por el desarrollo del proyecto, así mismo, la especie *Cedrela odorata* que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial (Pr) se encuentra presente en el SAR y AI; sin embargo, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación para evitar causar desequilibrios ambientales en la comunidad florística de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

IV.3.4.7 Provincias biogeográficas

México es uno de los cinco países con mayor diversidad y riqueza biótica del planeta, después de Indonesia, Brasil, Colombia y Australia (Mittermeier y Goettsch, 1997). El número total de especies conocidas en México es de aproximadamente 64,878 (SEMARNAT, 2003). Esto debido a la amplia extensión territorial y a la heterogeneidad ambiental dada por la zoogeografía de la república representada por las dos Regiones Biogeográficas del continente americano, la Neártica y la Neotropical.



Figura IV.39 Provincias biogeográficas de la república mexicana.

Por otra parte, la variación topográfica, la compleja historia geológica, el clima y los tipos de suelo encontrados en la superficie del territorio mexicano, crean un mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales para que cohabiten especies: 1) de origen o afinidad boreal encontradas en las regiones montañosas, con climas templados y fríos y 2) de afinidad tropical que habitan en las partes bajas o medias, con climas cálidos, secos y húmedos (Flores y Gerez 1994, Roa 1992, Toledo 1988). Monrrone et al. (1999) y Monrrone (2001) denominaron subregión a la categoría inferior a la Región, y delimitaron las Subregiones Pacífica-Norteamericana y Caribeña. Sin embargo, esta distribución fue realizada con base en datos de distribución de aves, plantas e insectos conjuntamente, pero la evidencia parcial de cada uno de estos taxones no permite justificar tal separación, al igual que con los datos de mamíferos, donde no se puede hacer tal distinción. El dominio es la categoría siguiente a la Región, y podría ser subordinada a la Subregión. Se identifican tres dominios principales: dos Nearticos y uno Neotropical.

En la Región Neotropical se encuentra el grupo “Dominio Continental Sur”: comprende las Provincias Fisiográficas del Altiplano Mexicano Sur, Chiapas, costa Pacífica Mexicana, Depresión del Balsa, Faja Volcánica Transmexicana, Golfo de México, Península de Yucatán, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur. A pesar de que las Sierras Madre Oriental y Occidental han sido asignadas a este dominio, en realidad pertenecen a una zona de transición muy marcada entre ambas Regiones, de ahí que en ocasiones se hallen más relacionadas con las Provincias del Norte.

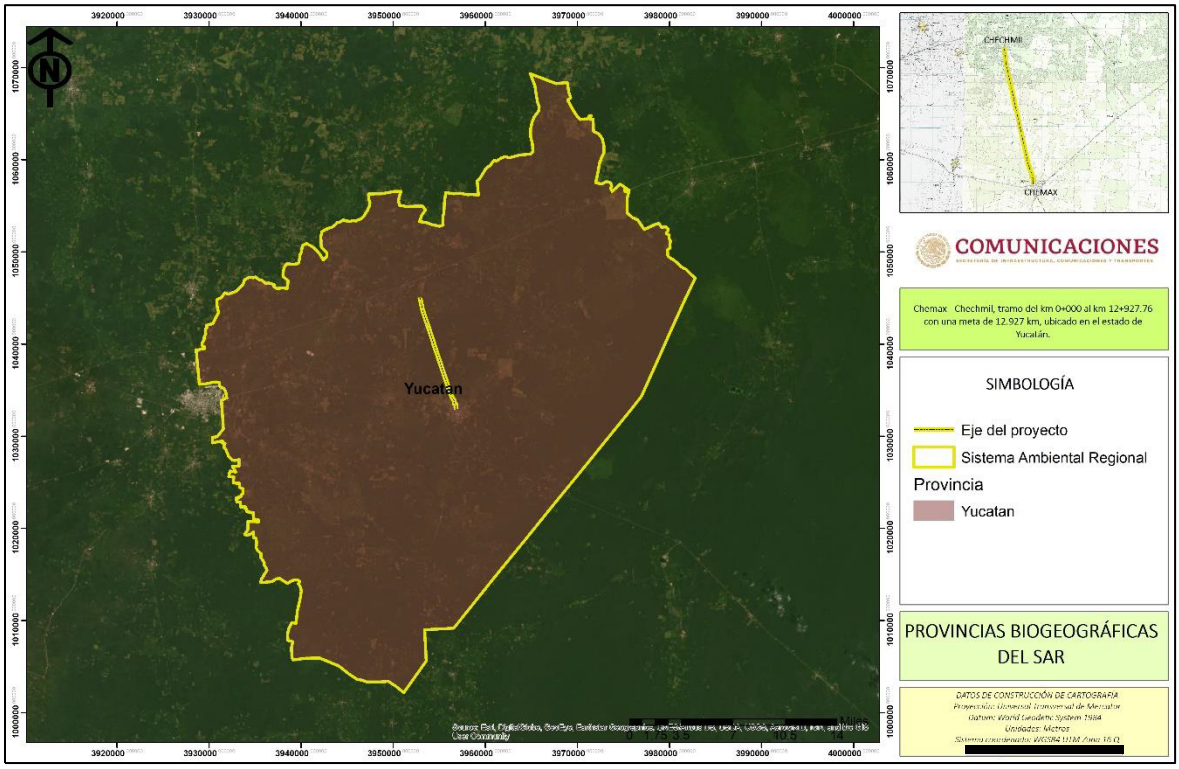


Figura IV.40 Regiones biogeográficas del SAR.

El sistema ambiental regional se encuentra dentro de la provincia biogeográfica denominada "Yucatán". La Península de Yucatán está conformada de los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán; un área más natural incluye también las regiones septentrionales de Belice y Guatemala y se conoce como Provincia Biótica Península de Yucatán. La Península de Yucatán posee una geología cárstica, una hidrografía superficial escasa, elevaciones menores de 350 metros y un gradiente de precipitación que permite la formación de diferentes asociaciones vegetales, siendo las selvas caducifolias, subcaducifolias y perennifolias las más predominantes.

Para el reino faunístico de la "Península de Yucatán" tenemos que para la herpetofauna se ha podido reconocer un total de 18 especies de anfibios, representadas en 2 órdenes, 7 familias y 13 géneros. El orden mejor representado es Anura, con 16 especies distribuidas en 6 familias. La familia mejor representada es Hylidae, con ocho especies.

En cuanto a reptiles, se estima que se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

La riqueza de aves registrada entre las zonas Neártica y Neotropical del continente y en la parte norte de la península, haciendo que varias de las especies consideradas como accidentales y provenientes del norte del continente se establezcan más rápida y fácilmente en esta zona, antes que en otras ubicadas en el centro y base de la península.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, son 64 las especies de aves presentes en la provincia que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo: 10 en «peligro de extinción»; 39 bajo «protección especial»; y 15 como «amenazadas». De las especies en «peligro de extinción» destacan: Sarcoramphus papa (zopilote rey), Jabiru mycteria (cigüeña jabirú) y Campylorhynchus yucatanicus. Las dos primeras son características de zonas selváticas; y la última, restringida a la costa norte del estado, particularmente a los ambientes de duna costera.

El 23% de las especies de mamíferos terrestres presentes se encuentra en alguna categoría de riesgo. Destaca el orden de los carnívoros que es el grupo más amenazado con más de 50% de sus especies. De la familia de los felinos, están el ocelote (Leopardus pardalis), el tigrillo (Leopardus wiedii), el leoncillo o yaguarundi (Herpailurus yaguarundi) y el jaguar (Panthera onca); entre los prociónidos, la martucha o mico de noche (Potos flavus) y el cacomixtle (Bassariscus sumichrcrasti); y de los mustélidos, el cabeza de viejo (Eira barbara) y el grisón (Galictis vittata). El mono aullador (Alouatta pigra), así como el mono araña (Ateles geoffroyi), pertenecientes al orden de los primates, también están amenazados en toda la Península de Yucatán.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto ha estado bajo una fuerte presión antropogénica que influye directamente en la pérdida y modificación de los sistemas naturales, lo cual ha tenido que realizar acciones para la conservación de regiones que aún conservan una buena biodiversidad (CONABIO y CONANP), por lo que dichas áreas podrían influir en la presencia de la biodiversidad faunística dentro del SAR.

IV.3.4.8 Muestreo de fauna en el SAR, AI y AP

La biodiversidad faunística del país ha estado sujeta, en los últimos 50 años, a un intenso y extenso proceso de destrucción, como resultado de la puesta en marcha del manejo forestal y agropecuario, tendientes a la eliminación total de las selvas y la enorme diversidad biológica que estos resguardan. En este sentido *Estrada y Coates-Estrada (2003)* mencionan que la pérdida de la vegetación de selvas ha alcanzado hasta el 80-90% de la extensión original de nuestro país.

Para poder estimar la presencia de especies faunísticas que se distribuyen dentro del sistema ambiental regional (SAR), área de influencia (AI) y área del proyecto (AP), se realizó un análisis bibliográfico de distribución de acuerdo a CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/) y la realización de actividades de campo como transectos y foto-trampeo, las cuales son las metodologías más efectivas para llevar a cabo la caracterización de la fauna que se desplaza en sitios de proyectos de infraestructura.

- Transectos. Las técnicas de observación permiten realizar censos o monitoreo de los individuos que se encuentran en el sitio de estudio, siempre y cuando el total del área o la muestra sea cubierto o sea representativa a la población bajo estudio, que todos los animales sean localizados o tengan la probabilidad de serlo, y que estos sean contados con exactitud y poca variabilidad. Sin embargo, existe la posibilidad de que algún individuo no sea observado; es decir un error estándar determinado (Bautista *et al.* 2004).

- Foto-trampeo. Las cámaras trampas son un método eficiente para registrar especies que se desplazan grandes distancias, que presentan baja densidad y/o que son solitarios o viven en grupos pequeños. Es un método práctico para muestrear mamíferos de mediano a gran tamaño, y también es un método no invasivo que requiere poco esfuerzo (pocas horas de entrenamiento) cuando se compara con otros métodos alternativos. (Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Aves. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 2006.).

Bajo este contexto a continuación se describe cada una de las metodologías empleadas para la caracterización de la fauna presente en el sistema ambiental regional, área de influencia y área del proyecto.

Anfibios, Reptiles

Se utilizó el método de muestreo en transectos, el cual permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Heyer, 1994). El procedimiento correspondió a las siguientes etapas:

- Elección del transecto: el punto de partida quedo definido por el tipo de hábitat y tipo de especie, potencialmente presente. Todos los transectos fueron realizados dentro del área del proyecto.
- Longitud del transecto: cada transecto se realizó en una distancia aproximada de 200 m.
- Muestreo: cada transecto se recorrió a pie, se registraron todos los individuos avistados en una franja de 10 metros. Cada 50 m se realizó una exhaustiva revisión del área circundante (dentro de la franja) especialmente bajo piedras y remoción somera de sustratos.

Aves

Se utilizó el método de muestreo en transectos de franja fija, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Bibby et al. 1993). El procedimiento correspondió a las siguientes etapas.

- Elección del transecto: correspondieron a transectos en el área del proyecto.
- Longitud del transecto: cada transecto se recorrió de forma lineal, haciendo estancias a cada 20 m y realizando avistamientos en una franja de 20 m, a partir del eje del transecto. Los transectos corresponden a una distancia de 200 m.
- Muestreo: el transecto se recorrió a pie, registrando todos los individuos avistados dentro de la franja, mediante binoculares ornitológicos.

Mamíferos

Para la determinación de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de fecas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares, esto por la dificultad para avistarlos. Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más reciente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay, 2001).

Los transectos se establecieron en un diseño estratificado abarcando el área del proyecto. Asimismo, la longitud de los transectos fue variada, ya que de acuerdo con Conner *et al.* (1983), Linhart y Knowlton (1976) y Stephens *et al.* (2006) la longitud entre cada transecto o

punto de observación puede existir una variación, de acuerdo con el tamaño de la especie. Asimismo, la separación entre transectos depende de la especie en blanco, y está dada por dos parámetros: el diámetro de ámbitos hogareños (Zielinski y Stauffer 1996), esta medida nos permite, por un lado, reducir la probabilidad de contar a un individuo dos veces, y reduce la posibilidad de sobreestimar las poblaciones. A lo largo de estos transectos se pueden obtener diferentes registros, los más utilizados son el número de huellas/distancia recorrido, número de excretas/distancia recorrido, y en casos excepcionales número de individuos observados por distancia (Wilson y Delahay 2001).

Las trampas-cámara se colocaron en sitios donde se encontraron registros de las especies, no al azar, ya que los carnívoros no se mueven de esta manera y utilizan de manera selectiva ciertas características del paisaje como encrucijadas de veredas o caminos, así como las bases de los árboles y la densidad de la vegetación. Las trampas-cámara se fijaron a un árbol, con la finalidad de obtener una foto de cuerpo completa de las especies en cuestión, esta altura cubre la gama de tamaños para las especies en México.



Figura IV.41 Actividades de foto-trampeo para identificar la fauna que se desplaza dentro del SAR, AI y AP.



Figura IV.42 Identificación de fauna durante los transectos realizados en el SAR, AI y AP.

IV.3.4.9 Muestreo de la fauna presente en el sistema ambiental regional (SAR)

Dentro del sistema ambiental regional se colocaron 6 cámaras-trampa para las actividades de foto-trampeo y se realizaron 5 transectos con una longitud de 200 metros lineales.

Tabla IV.12 Coordenadas de los sitios de foto-trampeo e inicio y final de los transectos realizados.

Cámara-trampa	Ubicación		
	Zona	X	Y
1	16 Q	401375	2298942
2	16 Q	411096	2292895
3	16 Q	406807	2283276
4	16 Q	393751	2283684
5	16 Q	387810	2294430
6	16 Q	396360	2307102

Transecto	Estación	Ubicación		
		Zona	X	Y
1	Inicio	16 Q	410665	2302492
	Final	16 Q	410716	2302296
2	Inicio	16 Q	412519	2289706
	Final	16 Q	412687	2289884
3	Inicio	16 Q	405581	2281667
	Final	16 Q	405701	2281491
4	Inicio	16 Q	400845	2282863
	Final	16 Q	400626	2282874
5	Inicio	16 Q	393795	2303873
	Final	16 Q	393828	2304115

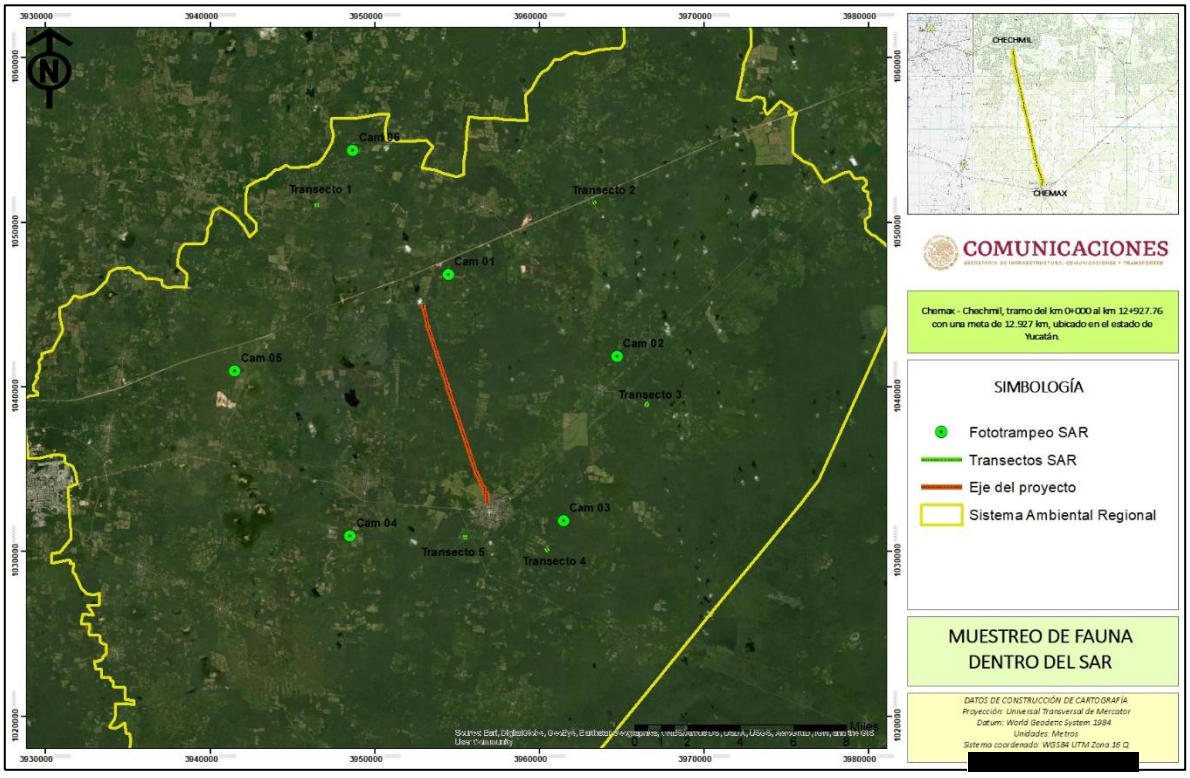


Figura IV.43 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna dentro del SAR.

Tabla IV.13 Listado de la fauna que se desplaza dentro del SAR.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	*Sciurus deppei*	Ardilla tripocal	
	Didelphis virginiana	Tlacuache	
	Didelphis marsupialis	Zarigueya	
	Dasypus novemcinctus	Armadillo	
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	
	Pecari tajacu	Pecari de collar	
	Procyon lotor	Mapache boreal	P
	Nasua narica	Coatí	
	Sylvilagus floridanus	Conejo de florida	
	Handleyomys rostratus	Raton hocicón	
Anfibios	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	
	Smilisca baudinii	Rana arboricola	
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana cola negra	A
	Iguana iguana	Iguana verde	Pr
	Rhinoclemmys areolata	Tortuga de monte mojina	A
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinoza pintas amarillas	
	Holcosus undulatus	Lajartija arcoiris	
	Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera	
	Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera	
	Lampropeltis abnorma	Falsa coralillo	
	Coniophanes imperialis	Culebra rayas negras	
	Anolis lemurinus	Anolis fantasma	
	Scincella cherriei	Eslizón pardo	
	Mesoscincus schwartzei	Eslizón yucateco	
Aves	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón de cejas	
	Piranga rubra	Tángara roja	
	Saltator grandis	Pepitero	
	Zenaida asiatica	Tortola aliblanca	
	Mimus gilvus	Cenzontle	
	Buteo magnirostris	Aguililla caminera	
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	
	Archilochus colubris	Colibrí garganta roja	
	Falco sparverius	Halconcito colorado	
	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	
	Vermivora chrysoptera	Chipe alas amarillas	
	Mionectes oleagineus	Mosquero acanelado	
	Icterus mesomelas	Turpial de cola amarilla	
	Icteria virens	Chipe grande	
	Myiozetetes similis	Mosquero	

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Quiscalus mexicanus	Zanate	
	Streptopelia decaocto	Tortola turca	
	Tolmomyias sulphurescens	Pico chato grande	
	Empidonax minimus	Mosquero mínimo	
	Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	
	Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	
	Crotophaga sulcirostris	Garrapateri pijuy	
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	
	Tyrannus couchii	Tirano cuir	



Figura IV.44 Evidencia de algunas de las especies de fauna registrada en el SAR.

De las 49 especies registradas en el sistema ambiental regional, 10 son del grupo de los mamíferos, 2 al grupo de los anfibios, 12 al grupo de los reptiles y 25 al grupo de las aves, de las cuales, *Procyon lotor* (P), *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A) se encuentran dentro de la NOM – 059 – SEMARNAT – 2010, para lo cual, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación adecuadas para no causar desequilibrio en las poblaciones de estas especies.

IV.3.4.10 Muestreo de la fauna presente en el área de influencia (AI)

Dentro del área de influencia se colocaron 6 cámaras-trampa para las actividades de foto-trampeo y se realizaron 5 transectos con una longitud de 200 metros lineales.

Tabla IV.14 Coordenadas de los sitios de foto-trampeo e inicio y final de los transectos realizados.

Cámara-trampa	Ubicación		
	Zona	X	Y
1	16 Q	399310	2296962
2	16 Q	401888	2294617
3	16 Q	400120	2291328
4	16 Q	401700	2289254

5	16 Q	400823	2287003
6	16 Q	403052	2286022

Transecto	Estación	Ubicación		
		Zona	X	Y
1	Inicio	16 Q	399851	2296500
	Final	16 Q	400029	2296424
2	Inicio	16 Q	399896	2292679
	Final	16 Q	399679	2292727
3	Inicio	16 Q	401970	2289529
	Final	16 Q	401769	2289583
4	Inicio	16 Q	401218	2288487
	Final	16 Q	401059	2288396
5	Inicio	16 Q	403218	2286289
	Final	16 Q	403154	2286513

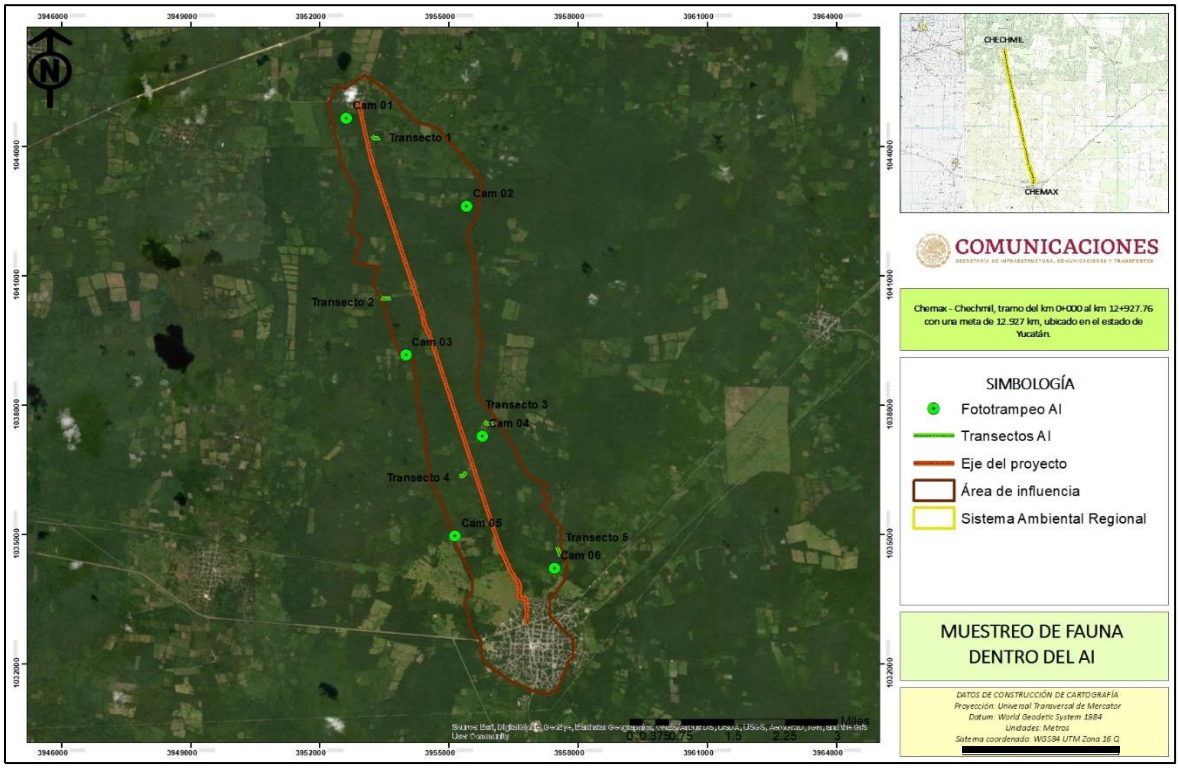


Figura IV.45 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna dentro del AI.

Tabla IV.15 Listado de la fauna que se desplaza dentro del AI.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	*Sciurus deppei*	Ardilla tripocal	
	Didelphis virginiana	Tlacuache	
	Didelphis marsupialis	Zarigueya	

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Dasypus novemcinctus	Armadillo	
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	
	Pecari tajacu	Pecari de collar	
	Procyon lotor	Mapache boreal	P
	Nasua narica	Coatí	
	Sylvilagus floridanus	Conejo de florida	
	Handleyomys rostratus	Raton hocicón	
Anfibios	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	
	Smilisca baudinii	Rana arboricola	
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana cola negra	A
	Iguana iguana	Iguana verde	Pr
	Rhinoclemmys areolata	Tortuga de monte mojina	A
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinoza pintas amarillas	
	Holcosus undulatus	Lajartija arcoiris	
	Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera	
	Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera	
	Anolis lemurinus	Anolis fantasma	
	Scincella cherriei	Eslizón pardo	
	Mesoscincus schwartzei	Eslizón yucateco	
Aves	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón de cejas	
	Piranga rubra	Tángara roja	
	Saltator grandis	Pepitero	
	Zenaida asiatica	Tortola aliblanca	
	Mimus gilvus	Cenzontle	
	Buteo magnirostris	Aguililla caminera	
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	
	Archilochus colubris	Colibrí garganta roja	
	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	
	Vermivora chrysoptera	Chipe alas amarillas	
	Mionectes oleagineus	Mosquero acanelado	
	Icterus mesomelas	Turpial de cola amarilla	
	Icteria virens	Chipe grande	
	Myiozetetes similis	Mosquero	
	Quiscalus mexicanus	Zanate	
	Streptopelia decaocto	Tortola turca	
	Tolmomyias sulphurescens	Pico chato grande	
	Empidonax minimus	Mosquero mínimo	
	Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	
	Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Crotophaga sulcirostris	Garrapateri pijuy	
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	
	Tyrannus couchii	Tirano cuir	



Figura IV.46 Evidencia de la fauna registrada en el AI.

De las 46 especies registradas en el sistema ambiental regional, 10 son del grupo de los mamíferos, 2 al grupo de los anfibios, 10 al grupo de los reptiles y 24 al grupo de las aves, de las cuales, *Procyon lotor* (P), *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A) se encuentran dentro de la NOM – 059 – SEMARNAT – 2010, para lo cual, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación adecuadas para no causar desequilibrio en las poblaciones de estas especies.

IV.3.4.11 Muestreo de la fauna presente en el área del proyecto (AP)

Dentro del área del proyecto se colocaron 6 cámaras-trampa para las actividades de foto-trampeo y se realizaron 5 transectos con una longitud de 200 metros lineales.

Tabla IV.15 Coordenadas de los sitios de foto-trampeo e inicio y final de los transectos realizados.

Cámara-trampa	Ubicación		
	Zona	X	Y
1	16 Q	399731	2296343
2	16 Q	400010	2294906
3	16 Q	400516	2292593
4	16 Q	401273	2289150
5	16 Q	401735	2287109
6	16 Q	402083	2285946

Transecto	Estación	Ubicación		
		Zona	X	Y
1	Inicio	16 Q	401949	2286284
	Final	16 Q	401886	2286476
2	Inicio	16 Q	401550	2287880

	Final	16 Q	401505	2288078
3	Inicio	16 Q	400959	2290587
	Final	16 Q	400913	2290783
4	Inicio	16 Q	400235	2293878
	Final	16 Q	400188	2294091
5	Inicio	16 Q	399909	2295369
	Final	16 Q	399865	2295565

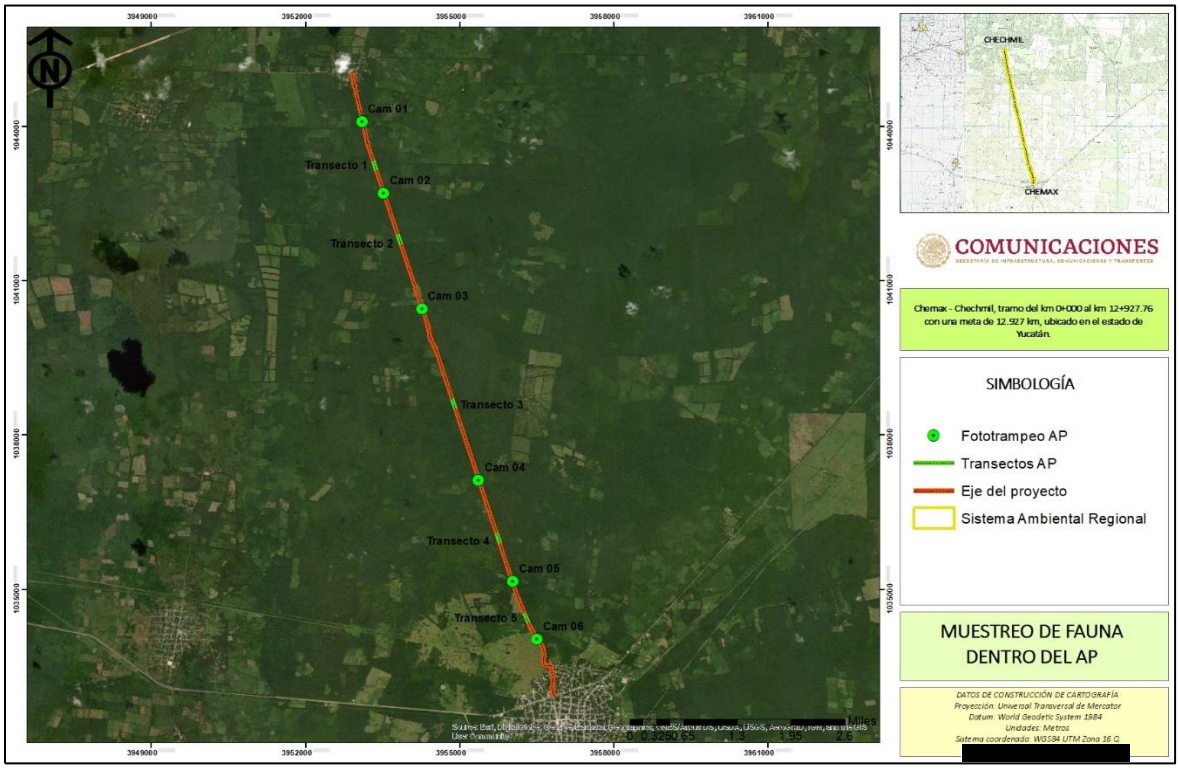


Figura IV.47 Ubicación de los sitios de muestreo de fauna dentro del AP.

Tabla IV.16 Listado de la fauna que se desplaza dentro del AP.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	*Sciurus deppei*	Ardilla tripocal	
	Didelphis virginiana	Tlacuache	
	Nasua narica	Coatí	
	Sylvilagus floridanus	Conejo de florida	
	Handleyomys rostratus	Raton hocicón	
Anfibios	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	
	Smilisca baudinii	Rana arboricola	
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana cola negra	A
	Iguana iguana	Iguana verde	Pr
	Rhinoclemmys areolata	Tortuga de monte mojina	A

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija espinoza pintas amarillas	
	Holcosus undulatus	Lajartija arcoiris	
	Anolis lemurinus	Anolis fantasma	
	Scincella cherriei	Eslizón pardo	
	Mesoscincus schwartzei	Eslizón yucateco	
Aves	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón de cejas	
	Piranga rubra	Tángara roja	
	Saltator grandis	Pepitero	
	Zenaida asiatica	Tortola aliblanca	
	Mimus gilvus	Cenzontle	
	Amazona albifrons	Loro frente blanca	
	Archilochus colubris	Colibrí garganta roja	
	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	
	Vermivora chrysoptera	Chipe alas amarillas	
	Mionectes oleagineus	Mosquero acanelado	
	Icterus mesomelas	Turpial de cola amarilla	
	Icteria virens	Chipe grande	
	Myiozetetes similis	Mosquero	
	Quiscalus mexicanus	Zanate	
	Streptopelia decaocto	Tortola turca	
	Tolmomyias sulphurescens	Pico chato grande	
	Empidonax minimus	Mosquero mínimo	
	Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	
	Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	
	Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	
	Crotophaga sulcirostris	Garrapateri pijuy	
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	
	Tyrannus couchii	Tirano cuir	

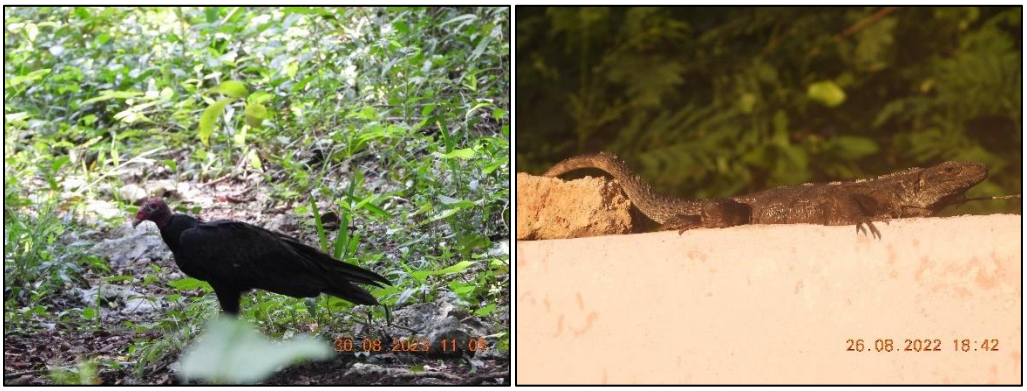


Figura IV.48 Evidencia de la fauna registrada en el AP.

De las 38 especies registradas en el sistema ambiental regional, 5 son del grupo de los mamíferos, 2 al grupo de los anfibios, 8 al grupo de los reptiles y 23 al grupo de las aves, de las cuales *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A) se encuentran dentro de la NOM – 059 – SEMARNAT – 2010, para lo cual, se implementarán las acciones de prevención, mitigación y compensación adecuadas para no causar desequilibrio en las poblaciones de estas especies.

IV.3.4.12 Análisis de la biodiversidad de fauna presente en el SAR, AI y AP

Primeramente, es importante mencionar, que las especies registradas en el sistema ambiental regional (SAR) y área de influencia (AI) y área del proyecto (AP) son similares, además que las especies registradas en el AP se encuentran representadas en AI y SAR, por lo que en ningún momento, el desarrollo del proyecto pondrá en riesgo la presencia de alguna especia de importancia ecológica y principalmente las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Ctenosaura similis*, *Iguana iguana, Rhinoclemmys areolata*) se encuentran presentes en el área del proyecto, se encuentran presentes en el área de influencia y sistema ambiental regional. Así mismo, debido a que en el AI y AP se presentan grupos faunísticos con dos especies y no es posible realizar un análisis cuantitativo que evidencia el estado de conservación de la fauna, al ser solo 2 especies en estos grupos, se procedió realizar el análisis faunístico de manera general por sitio de estudio, SAR, AI y AP.

Tabla IV.17 Número de especies por gripo faunístico en el SAR, AI y AP.

Área de análisis	Grupo	Total de especies
SAR	Mamíferos	10
	Anfibios	2
	Reptiles	12
	Aves	25
AI	Mamíferos	10
	Anfibios	2
	Reptiles	10
	Aves	24
AP	Mamíferos	5
	Anfibios	2
	Reptiles	8
	Aves	23

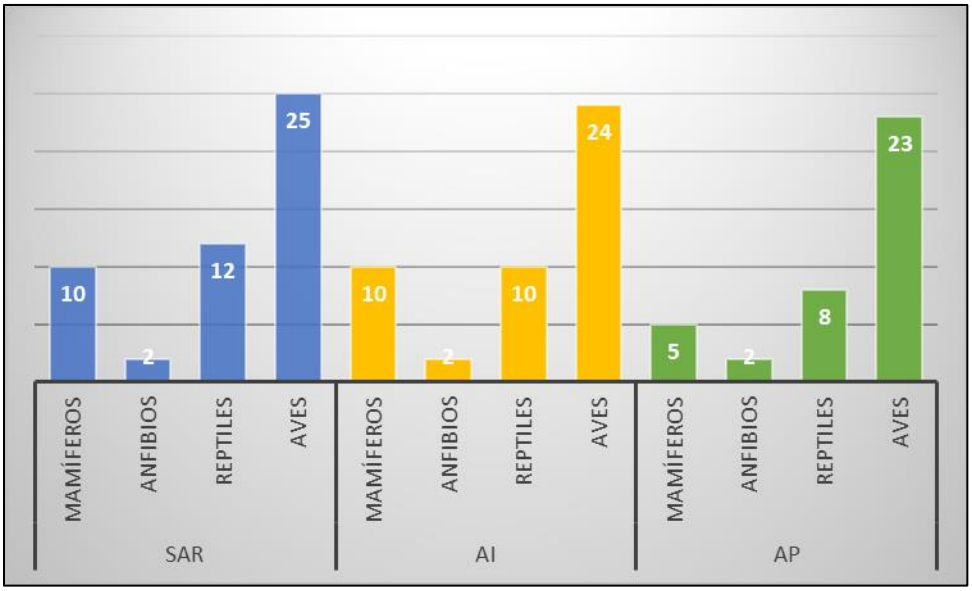


Figura IV.49 Gráfico comparativo del número de especies en el SAR, AI y AP.

Como se puede observar, en el grafico anterior, en el SAR se encontraron un número mayor de especies de fauna, seguidos del AI y finalmente el AP, presenta el menor número de especies, esto se debe a que la zona del proyecto se encuentra sumamente impactada ambientalmente por las actividades antropogénicas, mientras que en las partes más alejadas de las actividades humanas AI y SAR, la fauna encuentra mejores condiciones para su desarrollo, desplazamiento, alimentación y reproducción, además que en las partes más alejadas de las localidades de Chemax y Chechmil se encuentran mejores estados de conservación de la vegetación.

Para realizar un análisis comparativo de la calidad ambiental de las comunidades faunísticas del sistema ambiental regional, área de influencia y área del proyecto, se aplicaron los índices de riqueza, diversidad y abundancia, de acuerdo a la siguiente metodología.

Índice de Margalef.

Este índice permite conocer la riqueza de la flora, transformando el número de especies por muestra a una proporción a la cual, las especies son añadidas por expansión de la muestra, esto en base a la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos; el rango de valores en el que se mide la riqueza se encuentran entre 1.5 (bajo), 3.25 (medio) y 6 (alto), esto en base a lo descrito por Magurran, 1989.

$$Dm=(S-1)/Ln\ (N)$$

Donde:

- Dm. Índice de Margalef.
- S. Número de especies.
- N. Número total de individuos.

Índice de Shannon – Wiener.

Este índice permite evaluar la diversidad en relación a la abundancia de las especies dentro de la comunidad; el rango de los valores se encuentra entre 1.5 (bajo), 2.27 (medio) y 3.5 (alto), también descrito por Magurran, 1989.

$$H´=-\Sigma\ pi\ (Ln\ (pi))$$

Donde:

- H´. Índice de Shannon – Wiener.
- Pi. Proporción de individuos por especie.

Índice de Simpson.

Este índice permite medir la abundancia, basándose en la abundancia de las especies y no en la riqueza de las especies, y supone que dos individuos cualesquiera extraídos de una comunidad grande, pertenecen a diferentes especies, el rango en el que se mide este índice se encuentra entre 0 (baja), 0.5 (media) y 1 (alta), del mismo descrito por Magurran, 1989.

$$D= \Sigma\ pi^2$$

Donde:

- Pi. Es la proporción de individuos dentro de las especies.

Resultado de la aplicación de los índices de diversidad biológica aplicados el sistema ambiental regional, área de influencia y área del proyecto.

Tabla IV.18 Resultados del análisis de la comunidad faunística del SAR.

Índice		Valoración	
Índice Margalef	Riqueza	6.99	Alta
Índice de Shannon	Diversidad	3.62	Alta
Índice de Simpson	Abundancia	0.03	Baja

La fauna silvestre del sistema ambiental regional (SAR) se encuentra principalmente por el grupo de las aves, que son especies que se desplazan grandes distancias, lo cual brinda a la comunidad faunística una riqueza alta (6.99), igualmente, que la diversidad de la comunidad se encuentra en una valoración alta (3.62), ya que el número de individuos registrados para el SAR es significativo, mientras que la abundancia de la comunidad es baja, al presentar para el grupo de mamíferos un número de individuos bajo; es importante mencionar, que algunas zonas del SAR se encuentran fuera de las actividades antropogénicas, por lo cual el estado de conservación de la vegetación es mayor, lo cual brinda a la fauna sitios de desplazamiento, reproducción, alimentación y desarrollo, por lo cual, la fauna tiene mayor presencia en las partes altas y alejadas del SAR.

Tabla IV.19 Resultados del análisis de la comunidad faunística del AI.

Índice		Valoración	
Índice Margalef	Riqueza	6.72	Alta
Índice de Shannon	Diversidad	3.50	Alta
Índice de Simpson	Abundancia	0.03	Baja

La fauna silvestre en el área de influencia, presenta una riqueza alta (6.72), ya que la presencia de especies es importante, mientras que para la diversidad (3.50) se encuentra en una valoración alta, ya que sigue siendo importante el número de individuos con relación al número de especies, mientras que la abundancia tiene un valor bajo (0.03); para esta área, la presencia de aves sigue siendo el factor determinarte en la buena calidad ambiental, sin embargo, al ser especies de amplia distribución, no significa que se encuentren de manera permanente en el área de influencia, aunque esta zona presenta un mosaico vegetacional entre manchones con vegetación forestal y áreas agrícolas, por lo cual los relictos de vegetación tienen la función de "islas" las cuales proveen de alimento y sitios de resguardo a la fauna silvestre que llega a desplazarse hacia los sitios mejor conservados y con mejor disposición de recursos del SAR.

Tabla IV.20 Resultados del análisis de la comunidad faunística del AP.

Índice		Valoración	
Índice Margalef	Riqueza	5.67	Alta
Índice de Shannon	Diversidad	3.37	Alta
Índice de Simpson	Abundancia	0.03	Baja

En el área del proyecto tenemos que la valoración faunística es alta, ya que esta presenta vegetación forestal (Vs/SMSc) con buen estado de conservación, por lo que, la riqueza (5.67), diversidad (3.37), mientras que la abundancia (0.03) tiene una valoración baja, el grupo que mayormente se distribuye son las aves, las cuales se desplazan del SAR al AI y AP en búsqueda de alimento, sin embargo, la presencia de la carretera hace que solo estén de paso y no busquen sitios de resguardo. Es importante mencionar, que el proyecto se desarrolla en una zona con presencia de vegetación forestal (Vs/SMSc) lo que representa un sitio de desplazamiento de fauna, sin embargo, al estar rodeado de áreas agropecuarias y las zonas urbanas de Chemax y Chechmil, la fauna se ve limitada para la búsqueda de alimento y resguardo, por lo que solo se desplaza por la zona del propuesta para el proyecto hacia sitios más alejados de la zonas urbanas y agropecuarias.

En conclusión, la diversidad faunística del SAR es que tiene la valoración de diversidad biológica ligeramente mayor, esto debido a que en la zonas alejadas de las actividades antropogénicas tienen mejores sitios para el desplazamiento de fauna silvestre, mejor disponibilidad de alimento, sitios de reproducción y resguardo, mientras que al acercarse a las zonas agropecuarias y centros urbanos, como es el caso del AI, la fauna tiende a disminuir,

por lo que la valoración es baja, sin embargo, se presenta una cantidad significativa de fauna, principalmente del grupo de las aves, finalmente en el AP, la fauna se encuentra representada principalmente por aves y reptiles, las cuales se han adaptado a la presencia y actividades antropogénicas; sin embargo, estas actividades han favorecido el desplazamiento de la fauna silvestre a sitios con mejores estados de conservación, la zona del proyecto presentan vegetación forestal, sin embargo, estas áreas se encuentran sumamente alteradas por las actividades antropogénicas (agricultura, ganadería y actividades turísticas), por lo cual han perdido su naturalidad primaria. Cabe mencionar, que se aplicara un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre con principal énfasis en especies territoriales o de lento desplazamiento, aunque la especie al notar la presencia de actividades antropogénicas tiende a alejarse del sitio.

La fauna silvestre que pudiera ser afectada por el desarrollo del proyecto presenta una característica positiva para el proyecto; todas las especies presentes en el área del proyecto se encuentran representadas en el sistema ambiental y área de influencia, por lo que en ninguna etapa del proyecto se pondrá en riesgo la presencia de alguna especie, sin embargo, para evitar la fragmentación del hábitat actual en la zona del proyecto, se implementarán las medidas de prevención y mitigación adecuadas (Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y acciones de concientización ambiental, pasos de fauna), por lo que el factor faunístico no será afectado durante la modernización del proyecto.

Aunado a las medidas de prevención y mitigación que serán aplicadas para evitar la fragmentación y deterioro de la calidad faunística de la zona del proyecto, la fauna presente en la zona es características de zonas perturbadas o fauna que se ha adaptado a las actividades antropogénicas; ya que la fauna más representativa o sensible a la perturbación antropogénica se ha desplazado a zonas mejor conservadas y con una mejor disponibilidad de alimento, sitios de anidación, madrigueras y de encontrar parejas en la época de reproducción, ya que como se ha mencionado, la zona del proyecto es esencialmente agrícola y de asentamientos humanos, por lo que la calidad de la biodiversidad faunística en la zona del proyecto es baja en comparación con el SAR y AI, además tendrá una prospectiva de seguir disminuyendo a consecuencia de la expansión de los núcleos de población y áreas agropecuarias.

IV.4 Medio socioeconómico

El municipio de Chemax (cabecera municipal) y la localidad de Chechmil perteneciente al mismo municipio se verán beneficiadas de manera directa por el desarrollo del proyecto, ya que actualmente, la única forma de comunicación es por carreteras estatales que pertenecen al municipio de Valladolid y tiene un tiempo promedio de 90 minutos, por lo que con el proyecto se reducirá a 20 minutos y el traslado de personas, productos, bienes y servicios se realizará de manera ágil y más rápida.

IV.4.1 Demografía

La población total del municipio en 2020 fue de 33,490 personas, lo cual representó el 1.7% de la población en el estado. En el mismo año había en el municipio 7,104 hogares (1.4% del total de hogares en la entidad), de los cuales 868 estaban encabezados por jefas de familia (0.8% del total de la entidad). El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.7 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.9 integrantes.

IV.4.2 Nivel educativo

En 2020, el municipio contaba con 36 escuelas preescolares (2.8% del total estatal), 45 primarias (3.3% del total) y 18 secundarias (3.2%). Además, el municipio contaba con dos bachilleratos (0.8%) y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio también contaba con 16 primarias indígenas (9.2%).

IV.4.3 Servicios de salud

Las unidades médicas en el municipio eran diez (2.5% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de 20 personas (0.5% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 2, frente a la razón de 10.4 en todo el estado.

IV.4.4 Índice de desarrollo social

En 2020, 17,328 individuos (89.1% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 7,525 (38.7%) presentaban pobreza moderada y 9,803 (50.4%) estaban en pobreza extrema. En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 45.1% de la población, lo que significa que 8,776 individuos presentaron esta carencia social. En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 20.9%, equivalente a 4,071 personas. La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 94.5% de la población, es decir 18,390 personas se encontraban bajo esta condición. El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 53.4% (10,398 personas). El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 80.8%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 15,721 personas. • La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 48.7%, es decir una población de 9,473 personas.

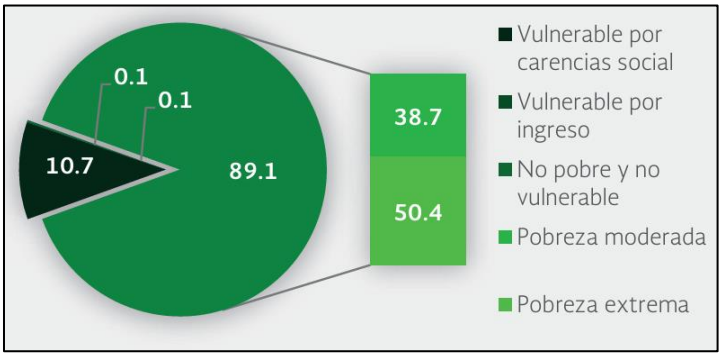


Figura IV.50 Indicadores de vulnerabilidad social en el municipio de Chemax.

IV.5 Paisaje

En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada). Así también puede considerar que el paisaje es la fisonomía, la morfología o la expresión formal del espacio y de los territorios y refleja la visión que la población tiene sobre su entorno.

El paisaje tiene como función soportar una identidad, y servir de base para estimular la cohesión hacia adentro de las sociedades y rechazar la influencia de los desarticuladores externos.

El paisaje natural se concibe como una realidad cuyos elementos están dispuestos de manera tal que subsisten desde el todo, y el todo subsiste desde los elementos, no como objetos caóticamente mezclados, sino como conexiones armónicas de estructura y función. El paisaje es un espacio físico y un sistema de recursos naturales en los cuales se integran las sociedades en un binomio inseparable entre la sociedad y la naturaleza.

De acuerdo con Morláns (2005), actualmente se afirma que cualquier fragmento de la superficie terrestre (incluidos los fondos oceánicos), intervenido o no por los humanos, configura un paisaje; es decir, un conjunto de referentes físicos y funcionales, susceptible de ser considerado como un fenómeno real en sí mismo. El paisaje refleja la realidad ambiental de cada lugar (geológica, climática, edáfica), a la vez que resume y expresa la historia de procesos biológicos y antrópicos que se hayan podido desarrollar en él.

Hoy en día, en los estudios del medioambiente físico, el paisaje se contempla como un elemento comparable al resto de los recursos, vegetación, suelo, agua, biodiversidad, etc., y ello exige considerarlo en toda su amplitud. Para la elaboración del análisis de paisaje es necesario considerar algunos factores, pues como se ha hecho mención, el paisaje se compone de la interrelación existente entre los diversos agentes presentes en el medio como la vegetación, relieve, fauna, etcétera. En este sentido, los factores que hay que considerar para el análisis son factores que consideren dicha interrelación, los cuales toman por nombre factores de visualización, tales como la cuenca visual y la intervisibilidad.



Figura IV.51 Elementos del paisaje presentes en el SAR del proyecto.

IV.5.1 Cuenca visual

Se define como una zona desde la que son visibles un conjunto de puntos, es decir, la zona visible de un punto o conjunto de puntos; los métodos para determinar la cuenca visual de un punto dado se basan fundamentalmente en el trazado de emisión visuales desde el punto, y su intersección con la altura que ofrece el relieve circundante. La determinación de la cuenca visual resulta de gran importancia para la evaluación posterior de impactos visuales en terrenos forestales. El estudio de la cuenca visual orientado a establecer valoraciones de fragilidad visual tiene en cuenta su tamaño, compacidad y forma.

- *Tamaño.* Un punto es más vulnerable cuanto más visible es, cuanto mayor es su cuenca visual.
- *Compacidad.* Las cuencas visuales con menor número de huecos, con menor complejidad morfológica, son más frágiles.
- *Forma.* Las cuencas visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, pues son visualmente más vulnerables que las cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual.

La cuenca visual del SAR es un complejo mosaico de áreas agrícolas, pecuarias, centros de población y relictos de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, las cuales interactúan y conforman la cuenca visual del área del proyecto.



Figura IV.52 Vista del área del proyecto.

IV.5.2 Intervisibilidad

Califica un área forestal en función del grado de visibilidad reciproca de todas las unidades entre sí, valorando la existencia de panorámicas amplias en el horizonte visual de cada punto del territorio. La determinación de la intervisibilidad se realiza emitiendo visualmente desde algunos puntos de observación seleccionados aleatoriamente, o en función de su importancia por ser lugares frecuentados (caminos, miradores). Para el análisis del estudio se busca homogeneizar, en cierta medida, ambos factores de visualización, pues por la extensión que representa el SAR y el área del proyecto se empobrece mucho la calidad visual del sitio.



Figura IV.53 Las actividades agrícolas son las que dominan el paisaje de región.

Para evaluar el paisaje del área del proyecto se utilizó modelo Rojas y Kong, valorando los recursos visuales y la calidad visual. Aunado a ello, se realizó un análisis de visibilidad desde puntos relevantes de observación y afluencia de personas.

La primera etapa consiste en definir las Unidades de Paisaje (UP) presentes en el paisaje en estudio, éstas corresponden a una agregación ordenada y coherente de las partes elementales de un paisaje y deberán ser lo más homogéneas posible en relación a su valor de paisaje. Cabe señalar que la homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no necesariamente idénticos, en un área

determinada; generalmente la cobertura vegetal y la morfología del terreno son los elementos base en los cuales se definen las UP.

En este sentido, para el Proyecto se delimitaron unidades paisajísticas, identificando en cada una de ellas los elementos visuales favorables del medio abiótico (orografía, fisiografía, redes hidrológicas, etc.) y bióticos (cubierta vegetal), así como los elementos del medio socioeconómico.

IV.5.3 Unidades paisajísticas del SAR

Para las Unidades de Paisaje generadas para el proyecto en cuestión, se realizó una descripción general cualitativa de los recursos presentes, considerando los siguientes aspectos:

- *Hitos visuales de interés.* Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje natural de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico adquieren significancia para el observador.

- *Cubierta vegetal dominante.* Se refiere al tipo de cobertura vegetal visualmente dominante en un área determinada.

- *Cuerpos de agua.* Se define como aquellos cuerpos de agua que poseen una significancia visual en el observador.

- *Intervención humana.* Son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, cambio de uso de suelo para actividades antrópicas en general).

En lo que respecta al SAR del proyecto la unidad paisajística dominante en la "Intervención humana", ya que es muy evidente la degradación del SAR a consecuencia de la expansión de los centros de población, áreas agrícolas y ganaderas y la extensa red carretera pavimentada y rural, por lo que la modernización de un camino existente no modificará la unidad paisajística del SAR.

IV.5.4 Calidad visual del SAR

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje y se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el territorio. El modelo Rojas y Kong (1998), es actualmente uno de los más utilizados en Chile, y corresponde a una adaptación realizada a partir de los métodos aplicados por diversas instituciones estadounidenses, esta adaptación define la calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que

conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano). A continuación, se presentan los criterios utilizados para evaluar la calidad visual.

Tabla IV.21 Tabla de evaluación de la calidad visual.

Elemento valorado	Calidad visual alta (3)	Calidad visual media (2)	Calidad visual baja (1)
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo. Inferior al 50%. Presencia de áreas con erosión evidente y sin vegetación. Dominación de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Morfología o Topografía	Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0% y 15% dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual	Ausencia de cuerpos de agua
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificadas en menor grado por obras, no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

Tabla IV.22 Resultados para la calidad visual de acuerdo al modelo de Rojas y Kong (1998).

Calidad visual	Valoración
Alta	>21.1
Media	11.1 – 21
Baja	<11

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación del paisaje del sitio donde pretende desarrollarse el proyecto para la modernización del camino.

Tabla IV.23 Resultados de la evaluación del paisaje del sitio donde pretende realizarse el proyecto.

Factor	Calidad visual	Peso
Vegetación (densidad)	Baja	1
Vegetación (diversidad)	Media	2
Morfología o topografía (pendiente)	Baja	1
Singularidad	Baja	2
Fauna	Baja	2
Formas de agua	Baja	2
Acción antrópica	Baja	2
Variabilidad cromática	Baja	3
Síntesis De Calidad Visual	**Baja**	**13**

De acuerdo con el resultado obtenido de la evaluación del pasaje para el proyecto se puede inferir que la zona presenta una calidad visual media en el área donde pretende desarrollarse el Proyecto, así como el Sistema Ambiental regional; esto hace referencia a la diversidad, así como a las características de los tipos de vegetación y las condiciones antrópicas que se han generado y desarrollado en las inmediaciones de la región.

La modificación y la pérdida del hábitat es cualquier cambio o disminución que ocasiona alteraciones en la estructura del territorio y genera un paisaje heterogéneo; estos cambios pueden generarse de una perturbación natural como las provocadas por inundaciones, incendios, huracanes, erupciones volcánicas o también pueden ser inducidas por actividades humanas, como la tala, el aumento de asentamientos humanos, la modificación física de los ríos, la construcción de presas e incendios, o por los mosaicos que muestran las actividades productivas, entre otros.



Figura IV.54 Vista de las condiciones actuales área del proyecto.

La pérdida de vegetación también produce alteraciones en los componentes abióticos de los ecosistemas, como es el caso del microclima, cuya regulación es uno de los servicios ambientales que esta provee, debido a que la vegetación permite que la humedad del ambiente se conserve al ser atrapada por el follaje y mantenida en el sitio. Aunado a ello la carencia de las sombras producida por las copas de los árboles brinda un campo propicio para que los rayos solares incidan con mayor fuerza sobre el suelo, elevando su temperatura y transmitiéndola al ambiente.

Así mismo, es pertinente reiterar que en el sitio donde pretende desarrollarse el proyecto, así como en el SAR, actualmente se llevan a cabo actividades agrícolas y ganaderas, lo cual también ha jugado un papel muy importante en la fragmentación de las unidades paisajísticas.



Figura IV.55 Vista de las actividades agrícolas a la zona del proyecto.

En este sentido, se establece que el sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto y en general el SAR, se encuentra fragmentado debido a las diversas actividades agropecuarias que ahí se desarrollan, así como la presencia de localidades y la constante expansión de las zonas urbanas de Chemax y Checmil aunado a ello se tienen los impactos generados por las comunidades cercanas al sitio, lo que ha ocasionado afectaciones al SAR.

Con base en ello, la zona aledaña al proyecto presenta una serie de mosaicos de terrenos agropecuarios, orillando a su mínima expresión la presencia de áreas con la vegetación natural; un factor importante dentro del SAR es la presencia de la agricultura, sin embargo, resulta importante mencionar que el proyecto no alterará los ciclos de cosecha ni las actividades ganaderas del SAR.

IV.6 Diagnostico ambiental

Cuando nos encontramos con una situación de índole ambiental se deben considerar las interacciones entre los factores físicos, biológicos y ecológicos además de aspectos económicos, culturales y sociales, representando un tema controvertido y multidisciplinario entre cada uno de los elementos del componente ambiental (Sánchez-Santillán, 2008).

Actualmente el uso de la perspectiva ecológica, manejo de recursos naturales, climatología y evaluaciones de impacto ambiental, consiste en proporcionar un enfoque que permita abordar los sistemas tan complejos como lo son los ecosistemas ambientales, además de promover el diseño de proyectos mediante una buena toma de decisiones conforme a la sustentabilidad ambiental.

El caso de los ecosistemas involucra sistemas con muchos componentes y el conocimiento de sus relaciones es poco o medianamente conocido, por lo que rara vez se puede realizar una predicción matemáticamente, ya que no existe una solución analítica para el conjunto de ecuaciones que describan al sistema ecológico, Además esto no se puede representar estadísticamente a través de valores promedio debido a que la estructura del sistema genera un comportamiento no aleatorio (Grant, 1986).

El análisis de sistemas y su simulación son apropiados en la solución de estos problemas caracterizados por una "complejidad organizada" en la cual la estructura del mismo, no solo controla, sino que también, está moderada por la dinámica del mismo sistema (Sánchez-Santillán, 2008). Bajo este contexto, resulta importante definir la magnitud del proyecto y su entorno.

El proyecto se ubica en una zona altamente perturbada por la presencia de la carretera tipo D, zonas agrícolas, ganaderas y zonas habitacionales, por lo que ha perdido notablemente su naturalidad con el entorno que lo rodea, aunado a esto la fauna silvestre se ha desplazado a zonas con mejores condiciones de naturalidad y la vegetación presente en el área del camino solo se puede observar, como islas de vegetación, que presentan un importante grado de perturbación y perdida de la calidad ambiental, un punto importante es que las especies de flora y fauna en algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran representadas en el SAR. Sin embargo, es importante llevar a cabo la implementación de todas las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI es este documento, para evitar el desequilibrio ambiental que pudiera ocasionar la construcción de una carretera tipo D.

Es importante destacar que la degradación del suelo es principalmente por el cambio de uso de suelo a terrenos agropecuarios, ya que es la principal forma en que la gente de las localidades rurales se apropia de los recursos naturales para abastecerse de bienes y servicios.

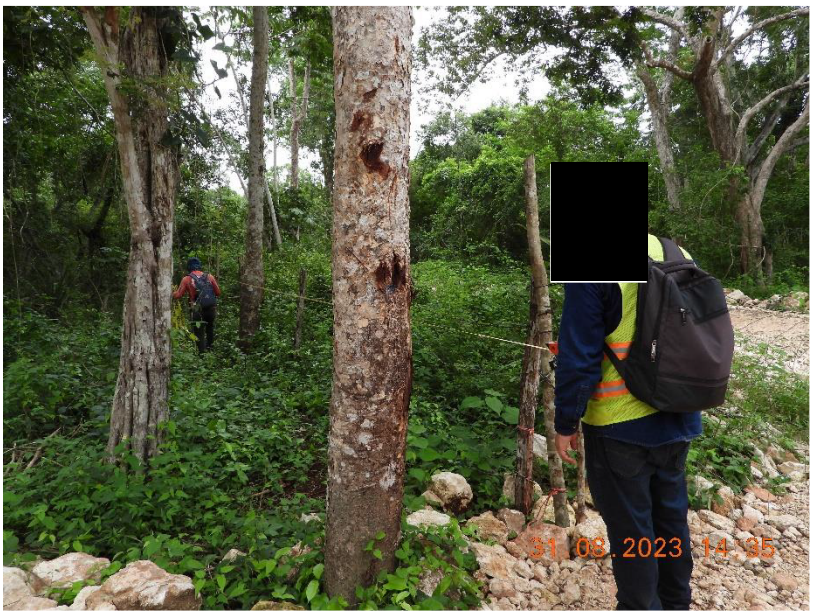
Bajo este contexto en las inmediaciones de la trayectoria propuesta para la modernización existe una fuerte presión antrópica. Ya que como se menciona en el párrafo anterior y de acuerdo con González-Espinoza et al. (2012), las principales afectaciones a la vegetación corresponden a las actividades humanas de las comunidades que se desarrollan cercanas a este tipo de ecosistema al apropiarse de los recursos naturales que brinda estos bastos

ecosistemas, entre las principales afectaciones se encuentra la deforestación del componente arbóreo para la obtención de leña y carbón, el cambio de uso de suelo de los terrenos forestales a cultivos y potreros debido a la alta fertilidad de sus suelos. A pesar de las dificultades de acceso a muchos sitios donde se localizan estos bosques, el clima favorable y sus fértiles suelos han atraído a las poblaciones humanas desde hace siglos. Además, estos ecosistemas representan un capital natural importante para el presente y el futuro de estas poblaciones, las cuales obtienen de ellos de manera directa alimentos, forrajes, madera para leña y construcciones rústicas, agua, hojarasca, medicinas, plantas para ornamento o ceremonias religiosas, entre otros (Miranda 1952; Challenger 1998; Wolf y Konings 2001; Gispert Cruells et al. 2004; Eleutério y Pérez-Salicrup 2006; Endress et al. 2006; Sánchez-Velázquez et al. 2008).

La presión antrópica en la región se mantendrá o en su caso aumentara, mientras no se busque desarrollo rural sustentable de las poblaciones que ocupan área aledaña a los bosques. En este sentido el proyecto pretende en primera instancia, ser un parte aguas en el desarrollo de infraestructura, representado una fuerte inversión en la región, generando nuevas oportunidades de empleo, creando una alternativa de adquisición económica diferente a las tradicionales de la región (pecuarias). No obstante también se encontraron especies tanto de flora como fauna representativas de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, por lo que el proyecto contempla un aserie de medidas de mitigación y compensación ambiental, entre las cuales destaca los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, un programa de reforestación en una superficie igual a la que será afectada por el proyecto, la cual deberá estar dentro del SAR y será puesta a disposición las autoridades correspondientes, y por último la adecuación de las obras de drenaje como pasos de fauna, además de que el proyecto contempla la construcción pasos de fauna, evitando la fragmentación comunidades faunísticas.

Es importante mencionar, que la modernización del camino no implicará la modificación del medio ambiente del SAR, ya que el cambio lleva tiempo desarrollándose como parte del crecimiento poblacional y demanda de recursos, la pavimentación del camino permitirá el desarrollo económico y social de la región, pero principalmente de las localidades Chemax y Chechmil.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO V

Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

Tabla de contenido

V.1 Identificación de impactos 2
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 5
V.2 Caracterización de los impactos 11
V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático 16
V.2.1.1 Actividades preliminares 17
V.2.1.2 Etapa de preparación del sitio 17
V.2.1.3 Trazado y nivelación del sitio 18
V.2.1.4 Campamentos y oficinas 19
V.2.1.5 Patios de manobra, almacenes de herramienta y equipo 19
V.2.1.6 Manejo de residuos urbanos y de construcción 20
V.2.1.7 Manejo de residuos peligrosos y combustibles 21
V.2.1.8 Equipo de protección y prevención de enfermedades 22
V.2.1.9 Impacto a la flora del área del área proyecto 23
V.2.1.10 Impacto a la fauna silvestre del área del proyecto 23
V.2.2 Etapa de construcción 23
V.2.2.1 Impacto al factor aire 24
V.2.2.2 Impacto al factor suelo 25
V.2.2.3 Impacto al factor agua 25
V.2.3 Etapa de operación y mantenimiento 26
V.2.3.1 Mantenimiento preventivo 26
V.2.3.2 Mantenimiento correctivo 26
V.3 Valoración de los impactos 26
V.4 Impactos residuales 31
V.4.1 Etapa de preparación del sitio 31
V.4.2 Etapa de construcción 31
V.4.3 Etapa de operación y mantenimiento 32
V.5 Impactos acumulativos 33
V.6 Resumen y conclusiones 37

V. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

V.1 Identificación de impactos

El proyecto pretende la construcción de una carretera tipo D de 7 metros de ancho de corona (6.0 metros de calzada y 0.5 metros de acotamiento) con una longitud de 12.927 km de acuerdo a las especificaciones técnicas de la SCT Yucatán, entre las localidades de Chemax y Chechmil, implicará un impacto medio de acuerdo con las obras de construcción y las condiciones ambientales de la región, dado que la construcción requiere de la apertura del camino se afectarán áreas agrícolas, pecuarias, asentamientos humanos y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, dicha afectación corresponde a 11.67 hectáreas.

Los proyectos viales han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones, mejorando la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo, sin embargo, la construcción de carreteras y caminos causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de las carreteras pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas.

Bajo este contexto, el proyecto en cuestión causará afectaciones a las condiciones ambientales de la zona, sin embargo, resulta imprescindible identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, con el fin de mitigarlos y en su caso compensarlos, para mantener un equilibrio tanto social como ecológico dentro del SAR.

Las fuentes de cambio (acciones del proyecto), son aquellas actividades que potencialmente podrían traer como consecuencia perturbaciones al SAR. Resulta importante mencionar que el proyecto pretende solo la modernización del camino, sin requerir superficies adicionales, minimizando en gran medida los trabajos de construcción al contar con un cuerpo vial establecido.

A continuación, se incluye una lista de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de tales actividades como son la generación de aguas residuales, residuos sólidos y emisiones a la atmósfera.

1. Etapa de Preparación del sitio:

- Desmonte.
- Despalme.
- Nivelación y compactación del suelo.
- Generación de residuos sólidos no peligrosos.
- Generación de aguas residuales.
- Movimientos y operación de equipo y maquinaria.
- Transporte y uso de combustibles.
- Operación de plantas eléctricas de energía.
- Uso de diésel y otros combustibles.
- Generación de ruido.



Figura V.1 Ejemplos de la desmonte y despalme del sitio del proyecto.

2. Etapa de Construcción de la obra:

- Operación de maquinaria de construcción.
- Uso de diésel y otros combustibles.
- Revestimiento.
- Asfaltado.
- Obtención de agua de servicios.
- Generación de residuos sólidos y aguas residuales.
- Terminados y acabados.
- Generación de ruido.



Figura V.2 Terminado de terracerías y pavimentación de un camino similar.

3. Etapa de Operación y mantenimiento

- Uso de diésel y otros combustibles.
- Bacheo.
- Generación de residuos.
- Generación de ruido.



Figura V.3 Actividades de mantenimiento correctivo.

Los componentes del ambiente son todos aquellos elementos que forman parte del SAR, como factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De acuerdo con Garmendia *et al*. (2006) los factores que pudieran ser afectados por las fuentes de cambio del proyecto son las siguientes:

Tabla V.1 Componentes ambientales posibles a afectar

COMPONETES AMBIENTALES		
MACROFACTOR	FACTOR	COMPONENTE
Factores Físicos	Atmosférico	Microclima.
		Temperatura.
		Humedad relativa.
		Calidad de aire.
	Geomorfológicos	Bancos de material.
		Relieve.
	Suelos	Tipo de suelo, calidad y uso.
		Cambio de uso de suelo.
		Erosión.
		Compactación del suelo.

COMPONETES AMBIENTALES		
MACROFACTOR	FACTOR	COMPONENTE
	Agua	Disponibilidad.
		Afectación del nivel freático.
		Alteración de los cause.
		Pozos.
		Calidad.
Factores Biológicos	Vegetación	Tipo de vegetación.
		Zona y tipo de cultivo.
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Especies de interés ecológico
		Especies de interés comercial y turístico.
		Corredores biológicos.
		Cobertura de la vegetación.
	Fauna	Tipo de fauna (mamíferos, reptiles, anfibios y aves).
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Especies de interés ecológico.
		Especies de interés comercial y turístico.
		Corredores biológicos.
	Procesos ecológicos	Aspectos reproductivos.
		Comportamiento.
		Cadenas tróficas.
		Hábitat.
		Diversidad y abundancia.
Factores estéticos y de interés humano	Paisaje	Vista panorámica agradable.
	Áreas Protegidas	Áreas Naturales Protegidas.
	Poblaciones	Asentamientos humanos.
		Densidad.
		Migración.
		Patrones culturales.
		Salud y seguridad
		Medios de comunicación y transporte
	Económicos	Sistemas productivos
		Empleo.
		Vivienda.
		Servicios.
		Plusvalía.

Todos los factores mencionados en la tabla anterior se encuentran englobados en el Sistema Ambiental Regional y ninguno de ellos sobrepasará este límite, por lo que podrán ser prevenidos, mitigados y compensados por las obras y actividades descritas en el capítulo VI de esta MIA-R.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Las distintas técnicas de valoración de impactos intentan disminuir la subjetividad de las conclusiones justificando de la mejor manera posible todos los juicios de valor que se realizan. En las técnicas de valoración cualitativa se valoran de forma subjetiva, aunque el resultado obtenido sea numérico, una serie de cualidades de los impactos de cada una de

las alternativas, asignando valores prefijados según esa cualidad sea alta, media o baja. Los valores obtenidos pueden volver a reflejarse en una matriz de cruce entre acciones y factores, que algunos autores denominan matriz de importancia u otros, índices de incidencia. La razón para llamar así a esta valoración cualitativa es que refleja, de alguna manera la importancia (Im) del impacto, midiendo la trascendencia de la acción sobre el factor alterado, mediante determinados atributos.

Se realizará una evaluación global de los impactos al ambiente que generará el proyecto, que afecten la estructura y función del ambiente. Así mismo se analizaron los efectos positivos que puede acarrear el proyecto al sector social.

Para la valoración de la Importancia de los impactos ambientales, se aplicó una fórmula de las más comunes para calcular la importancia de los impactos, (*Garmendia et. al. 2006*). El cálculo numérico de la Importancia (Im) se realiza a partir de la suma de los valores obtenidos para una serie de atributos a valorar que son los siguientes:

Tabla V.4 Valores cualitativos para las afectaciones ocasionadas por el proyecto.

Valoración de impactos			
Atributos a valorar	**Característica del atributo**	**Valor del atributo**	
SIGNO	Efecto benéfico o perjudicial.	Mas	+
		Menos	-
INTENSIDAD (In)	Grado de destrucción del factor ambiente.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	6
		Total	10
EXTENSIÓN (E)	Área afectada.	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
		Total	6
		Crítica	4
MOMENTO (Mo)	Plazo de manifestación.	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2

Valoración de impactos			
Atributos a valorar	Característica del atributo	Valor del atributo	
		Inmediato	4
		Crítico	4
ACUMULACIÓN (A)		Simple	1
		Acumulativo	3
		Sinérgico	6
PERSISTENCIA (P)	Permanencia del efecto.	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4
REVERSIBILIDAD (Rv)	Medios naturales.	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Largo plazo	3
		Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (Rc)	Mitigación por medios humanos.	Recuperable de manera inmediata	1
		Recuperable a corto plazo	2
		Recuperable a mediano plazo	4
		Recuperable a largo plazo	6
		Irrecuperable	8
PERIOCIDAD (Pr)	Patrón de ocurrencia de un impacto.	Discontinuo	1
		Periódico	2
		Continuo	4
EFECTO (Ef)	Direccionalidad del impacto	Directo	3
		Indirecto secundario	2
		Indirecto terciario	1

Una vez que se establecieron los valores cualitativos se procederá a describir cada uno de ellos y la valoración que puede tomar cada atributo, por lo que se explican a continuación:

Signo

El signo puede ser positivo (+) o negativo (-), según sea el efecto benéfico o perjudicial.

Efecto positivo. Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Efecto negativo. Aquel que se traduce en pérdida de valor natural, estético, cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

Intensidad (IN)

Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en:

CATEGORÍA	VALOR
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy Alta	6
Total	10

Estos valores son asignados por el panel de especialistas dependiendo de grado de afectación que se generará.

Extensión (E)

La extensión se divide en:

Puntual: cuando el impacto está muy localizado en un sitio (tiene un valor de 1).

Parcial: cuando el impacto se generará en más de un sitio del área de estudio (tiene un valor de 2).

Extenso: cuando los impactos se darán en una zona extensa del área de estudio sin abarcar su totalidad (tiene un valor de 4).

Total: cuando los impactos se presentarán en toda el área de estudio (tiene un valor de 6).

Se considera que la extensión del impacto será crítica si el valor es mayor de 4.

Momento (MO)

El momento es el plazo de manifestación del impacto, se divide en:

Largo plazo: cuando el impacto se presentará después de cinco años (tiene un valor de 1).

Mediano plazo: cuando el impacto se presentará entre uno y cinco años (tiene un valor de 2).

Inmediato: cuando el impacto se presente inmediatamente a tiempo cero y hasta el lapso del primer año (tiene un valor de 4).

Se considera un impacto crítico si el valor es igual a 4.

Acumulación (A)

La Acumulación. Se distingue entre efectos simples, acumulativos o sinérgicos según la forma de interaccionar con otros efectos. Se considera:

Simple: Cuando el impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuando su modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia (tiene un valor de 1).

Acumulativo: Aquel impacto que al propagarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal, similar a la del incremento del agente causante del daño (Tiene un valor de 3).

Sinérgico: Aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos (Tiene un valor de 6).

Persistencia (P)

La persistencia se refiere a las características del impacto con relación al tiempo. Se divide en:

Fugaz: cuando el impacto desaparecerá inmediatamente después de que se produzca (Tiene un valor de 1).

Temporal: es aquel impacto que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse. (Tiene un valor de 2).

Permanente: es aquel impacto que supone una alteración indefinida en el tiempo sobre los factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar (Tiene un valor de 4).

Reversibilidad (RV)

La definición del concepto de la reversibilidad habla de procesos naturales y de medio plazo. Es decir, que de forma natural y al cesar la acción, el medio sea capaz de eliminar el efecto. Se divide en las siguientes categorías:

Corto plazo: si el impacto perdura de forma natural más de dos años (Tiene un valor de 1).

Medio plazo: si perdura más de dos años y menos de cinco. (Tiene un valor de 2).

Largo plazo: Si el impacto persiste más de cinco años y menos de 10 (Tiene un valor de 3).

Irreversible: Si el impacto persiste por más de 10 años (Tiene un valor de 4).

Recuperabilidad o mitigabilidad (RC)

Un impacto recuperable supone que el daño puede eliminarse por acción humana. Un impacto irrecuperable o no mitigable es aquel en que la alteración o daño que supone es imposible de reparar o restaurar por la acción humana. Se distingue en:

Recuperable de manera inmediata: si el impacto se puede mitigar en el mismo momento que se produzca (Tiene valor de 1).

Recuperable a corto plazo: es decir que el impacto sea mitigable en un lapso menor de dos años (Tiene valor de 2).

Recuperable a mediano plazo: si es factible de mitigarse en un lapso comprendido entre dos y cinco años. (Tiene un valor de 4).

Recuperable a largo plazo: Si el impacto se puede mitigar en un lapso comprendido entre cinco y diez años. (Tiene valor de 6).

Irrecuperable: Si el impacto solo se puede mitigar en un lapso mayor a diez años o bien que es imposible aplicar medidas para revertir el daño (Se le da un valor de más de 6).

Periodicidad (PR)

Es el patrón de ocurrencia de un impacto, se divide en:

Aperiódico o discontinuo: cuando el impacto no presenta un patrón de ocurrencia (tiene un valor de 1).

Periódico: cuando el impacto presenta una periodicidad de ocurrencia (tiene un valor de 2).

Continuo: Cuando el impacto se presenta de manera permanente (Tiene un valor de 4).

Efecto (EF)

Es la direccionalidad del impacto y su orden de secuencia, se divide en:

Directo o primario: es el primer impacto se presenta como resultado de una acción (3).

Indirecto secundario: si el impacto ocurre como resultado de otro impacto primario (2).

Indirecto terciario: si el impacto es resultado de un impacto secundario (1).

Los factores a analizar ecológicamente son el físico en el cual encontramos los factores aire, suelo y agua; el factor biológico entre los cuales se encuentran la vegetación y fauna; los factores estéticos y de interés humano como las vistas paisajísticas y las Áreas Naturales Protegidas y los factores socioeconómicos de población y economía. Para cada actividad por etapa en la realización del proyecto.

El valor asignado a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa se calculó con las siguientes fórmulas:

Formula 1 Im = +/- (In +E+Mo+A+P+Rv+Rc+Pr+Ef)

Dónde: el mínimo es el valor mínimo en valor absoluto que se puede alcanzar con la fórmula y Máximo es también el valor máximo en valor absoluto.

La Fórmula 2 es la expresión normalizada de la Fórmula 1, como resultado de la Formula 2, se obtendrán valores en un rango entre 0 y 1. Mientras más se acerque el valor a 0, el impacto tendrá una menor importancia, por el contrario, si el valor es tendiente a 1, su importancia será mayor.

Se consideran como impactos significativos, aquellos que estuvieron por arriba del valor de 0.5. Es importante señalar que previamente a la identificación y evaluación de impactos se han realizado una serie de consideraciones que sirven como fundamento para el planteamiento del análisis de impactos.

V.2 Caracterización de los impactos

En la siguiente tabla se muestran las afectaciones a la estructura del SAR para cada etapa del proyecto; en la primera columna se incluye la fuente de cambio (acciones del proyecto), en la segunda columna se incluye el impacto sobre el componente ambiental y en la tercera columna es señalada la afectación de cada impacto en la estructura del sistema ambiental; por lo que para el proyecto se consideran las siguientes afectaciones que se encuentran relacionadas con las obras y actividades del capítulo II de esta MIA-R.

Tabla V.2 Afectaciones a las estructuras y funciones del sistema regional ambiental

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	Impacto	Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO		
Factores atmosféricos		
Despalme	Pérdida de la cobertura vegetal y la capa superficial del suelo, modificaciones en los ciclos microambientales.	

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Terraplenes.	Movimiento de material de suelo y emisión de partículas suspendidas (polvo).	Microclima, temperatura, humedad relativa y calidad del aire.
Nivelación y compactación del suelo.	Compactación y pérdida de la productividad del suelo, además de emisiones a la atmósfera y ruido.	Relieve y afectará el desarrollo de la cobertura vegetal en la trayectoria del trazo, además del incremento de la temperatura y afectar la calidad del aire.
Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Contaminación atmosférica y afectación al paisaje.	Calidad del aire y contaminación visual.
Movimiento y operación de maquinaria.	Emisiones a la atmósfera de gases y partículas suspendidas, además del ruido ambiental y la alteración a los factores geomorfológicos.	Incremento en la temperatura y disminución en la calidad del aire, además de la generación de ruido influyendo en el comportamiento de la fauna de la zona.
Operación de plantas generadoras de energía eléctrica.	Emisiones de gases y ruido a la atmosfera.	
Uso de diésel y otros combustibles.	Emisión de gases tóxicos a la atmosfera	
Generación de ruido.	Contaminación del aire.	
Factores asociados al suelo		
Limpieza del sitio.	Pérdida del suelo y modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	Erosión y compactación del suelo modificando la cobertura vegetal y estructura del suelo además del tipo de relieve
Terraplenes.	Modificación en la estructura y estabilización del suelo.	
Nivelación y compactación del suelo.	Modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	
Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Amontonamiento de materiales al aire libre y basura.	Contaminación del suelo y afectación al paisaje.
Generación de aguas residuales.	Sobre la contaminación de cuerpos de agua.	Posible contaminación de cuerpos de agua por la generación de aguas grises.
Movimiento y operación de maquinaria.	Modificaciones de los ciclos biogeoquímicos.	Compactación del suelo.
Uso de Diesel y otros combustibles.	Posibles derrames.	Contaminación del suelo.
Factores asociados con el agua		
Deshierbe.	Recarga del manto freático y contaminación del agua.	Disponibilidad y nivel del manto freático, alteración de los cauces.
Terraplenes.	Posible modificación de las escorrentías naturales.	Erosión y arrastre de material de suelo a los escurrimientos naturales.
Nivelación y compactación del suelo.	Pérdida de la infiltración del agua al subsuelo y aumento de los escurrimientos.	Afectación en cuanto a la captura y retención del agua.

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Generación de residuos no peligrosos y aguas residuales.	Obtención de agua para los servicios que podrá ser contaminada y generación de aguas residuales mediante las necesidades fisiológicas de los trabajadores.	Posible contaminación de los escurrimientos y cuerpos de agua superficiales o subterráneos deteriorando la calidad del agua.
Transporte de combustible.	Posibles derrames de combustible.	
Factores asociados a la vegetación		
Despalme y desmonte	Pérdida de la vegetación en el área de ceros del proyecto.	Pérdida de la cobertura vegetal y modificación en cuanto a su composición.
Terraplenes.	Modificación de la estructura y relieve del suelo que promoverá la regeneración de la vegetación pionera en la revegetación de la zona.	
Nivelación y compactación del suelo.	Pérdida de la fertilidad del suelo.	Dificultad para el establecimiento de la vegetación pionera en la revegetación.
Factores asociados a la fauna		
Despalme, desmonte y limpieza del sitio	Eliminación de la vegetación herbácea del área de ceros del proyecto.	Eliminación de los hábitats aledaños al proyecto y desplazamiento de las especies faunísticas a zonas no alteradas.
Movimientos y operación de maquinaria.	Ahuyentamiento de las especies faunísticas.	
Transporte y uso de combustible.	Durante el transporte de combustible se pueden producir atropellamientos de la fauna de la zona, además de que descuidos en el uso del combustible pueden ocasionar intoxicación de las especies faunísticas expuestas.	Podría ocasionar muerte y pérdida de la diversidad faunística de la zona, sin embargo, es importante mencionar que la fauna ha estado sujeta a la alteración por la apertura de la carretera.
Generación de ruido.	Provocará estrés y modificaciones en las conductas de la fauna cercana al proyecto.	Desplazamiento a zonas sin perturbación.
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Despalme y desmonte	Reducción de la cobertura vegetal.	Disminución de los componentes ambientales de la zona.
Terraplenes.	Cambio en la estructura del suelo y el relieve de la zona.	Nivelación del terreno para llevar a cabo la modernización del camino.
Generación de residuos sólidos no peligrosos y aguas residuales.	Contaminación del ambiente.	Afectación en el comportamiento de los componentes ambientales (fauna y vegetación), además del decremento de las condiciones naturales de la zona.
Factores asociados al paisaje		
Preparación en general del sitio.	Alteración del paisaje.	Afectación a la vista panorámica de la zona, durante la construcción sin olvidar que el paisaje corresponde a una zona

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
		plana, una zona impactada por las actividades antropogénicas.
Factores asociados a la población		
Preparación en general del sitio.	Incremento y formación de empleos temporales para los habitantes de la zona.	Generación de oportunidades diferentes a las cotidianas de la zona, además de la obtención de nuevas alternativas para obtener bienes y servicios.
Generación de todo tipo de residuos.	Factores asociados a los procesos socioeconómicos mediante la sustentabilidad.	Servicios municipales y locales.
ETAPA: CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA		
Factores atmosféricos		
Operación de maquinaria de construcción.	Emisión de gases y la incorporación de partículas suspendidas.	
Uso de diésel y otros combustibles.	Generación de CO_2.	
Revestimiento.	Incorporación de partículas suspendidas.	
Asfaltado.	Generación de gases tóxicos procedentes del calentamiento del chapopote.	Emisión de gases al ambiente, además de incrementar la temperatura a nivel local.
Terminado y acabado.	Emisión de gases de aerosol mediante el uso de pinturas para la señalización de la carretera.	Contaminación del aire por gases de aerosol CO_2, SO_3 y NO_3 y algunos hidrocarburos.
Uso de diesel y otros combustibles.	Emisión de gases procedentes de hidrocarburos.	
Generación de ruido.	Los trabajos en su mayoría generarán ruido.	Contaminación del ambiente por ruido.
Factores geomorfológicos		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Modificación en la conformación del suelo e incorporación de agentes externos (Cemento, cal, arena, rocas).	Compactación del suelo y la pérdida total de la productividad del mismo.
Operación de maquinaria de construcción.	Compactación del suelo.	
Revestimiento.	Incorporación de materiales como grava o granzón.	
Asfaltado.	Incorporación del asfaltado de 7 m correspondientes a la construcción de una carretera tipo D.	
Factores asociados al suelo		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Modificación de los componentes naturales del suelo, además de la incorporación de agentes externos como lo son los materiales de cementación y asfaltado. Y la Compactación del suelo.	Compactación y pérdida total de la productividad del suelo.
Operación de maquinaria de construcción		
Revestimiento.		
Asfaltado.		

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Uso de diésel y otros combustibles.	Contaminación del suelo, en caso de un posible derrame accidental.	Contaminación del suelo.
Generación de residuos sólidos.	Contaminación del suelo por medio de basura y materiales ajenos a los naturales.	
Factores asociados al agua		
Cimentación de obras de drenaje menor.	Compactación del suelo.	Disminución de la infiltración del agua al subsuelo.
Obtención de agua de servicios.	Disponibilidad del agua.	Disponibilidad de agua superficial o subterránea.
Revestimiento y asfaltado.	Aumento de la escorrentía.	Aumento de la escorrentía y poca retención del agua causando erosión.
Generación de aguas residuales.	Contaminación del agua por aguas grises y la posible contaminación del agua en caso de derrame de combustible.	Disminución en la calidad del agua.
Uso de diésel y otros combustibles.		
Factores asociados a la vegetación		
Construcción del tramo carretero	Modificación del suelo.	Compactación y pérdida de la capacidad productiva del suelo en el área de ceros.
Factores asociados a la fauna		
Construcción del tramo carretero	Pérdida y modificación de los hábitats en la trayectoria del proyecto, adema de la generación de ruidos por los trabajos a realizar.	Desplazamiento de la fauna a zonas no perturbadas.
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Construcción del tramo carretero.	Disminución de la biodiversidad y abundancia de las especies faunísticas y la alteración de los procesos ecológicos de la zona.	Modificación de los procesos ecológicos durante los trabajos de modernización.
Factores asociados al paisaje		
Construcción del tramo carretero.	Alteración visual al paisaje.	Cambio en el paisaje, mediante la modernización del tramo carretero.
Factores asociados a la población		
Construcción del tramo carretero.	Mejora de las vías de comunicación, además de la creación de fuentes de empleo.	Mejora en la calidad de vida de los habitantes y elevar la plusvalía a los terrenos aledaños a la carretera.
ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Factores atmosféricos		
Limpieza y mantenimiento de la carretera tipo D.	Emisiones contaminantes y partículas suspendidas al aire.	Disminución en la calidad del aire.
Uso de diésel y otros combustibles.		
Generación de ruido.	Contaminación por ruido.	
Factores asociados al suelo		
Generación de residuos de todo tipo.		Contaminación del suelo.

AFECTACIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL		
Fuente de cambio (Acción del proyecto)	**Impacto**	**Afectaciones a la estructura del sistema Ambiental.**
Uso de combustibles.	Contaminación del suelo por basura y residuos del asfalto.	
Limpieza y mantenimiento de la carretera.		
Factores asociados con el agua		
Uso de combustibles.	Contaminación del agua por posibles derrames de combustible y aumento de escurrimientos impidiendo la retención del agua.	Contaminación del agua y disminución en la cantidad y calidad del agua.
Generación de residuos de todo tipo.	Contaminación del agua.	
Factores asociados a la vegetación		
Uso de combustibles.	Daños a la vegetación aledaña.	Disminución de la biodiversidad de la vegetación en las inmediaciones del camino.
Limpieza y mantenimiento del camino.	Deshierbe.	
Factores asociados a la fauna		
Uso de combustibles.	Desplazamiento de sus hábitats.	Disminución local de la biodiversidad mediante el desplazamiento de las comunidades faunísticas a zonas sin perturbación.
Generación de residuos de todo tipo.	Alteración de los patrones naturales de comportamientos.	
Limpieza y mantenimiento del camino.	Desplazamiento de sus hábitats y/o captura de especies exóticas.	
Factores asociados a los procesos ecológicos		
Generación de residuos de todo tipo.	Alteración de los patrones naturales de comportamiento.	Disminución local de la biodiversidad.
Generación de ruido.		
Limpieza y mantenimiento de la carretera.	Desplazamiento de sus hábitats naturales.	
Factores asociados al paisaje		
Presencia física de la carretera tipo D.	Alteración visual del paisaje.	Vista panorámica del paisaje mediante la ampliación de la vía de comunicación.
Factores asociados a la población		
Uso de combustibles y generación de todo tipo de residuos.	Riesgos en la salud y seguridad de los trabajadores y usuarios.	Salud y seguridad.
Factores asociados a los procesos económicos		
Generación de todo tipo de residuos.	Abastecimiento de los servicios municipales.	Servicios municipales.
Presencia física de la carretera tipo D.	Valor adicional a las propiedades aledañas.	Plusvalía a los terrenos cercanos.

V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático

Las acciones que provocaran los impactos ambientales más significativos durante el desarrollo del proyecto se agrupan por etapa del proyecto, para las cuales se plantearan las medidas de prevención, mitigación y compensación más adecuadas en el capítulo VI de este documento.

V.2.1.1 Actividades preliminares

El proyecto no implica un cambio radical en el entorno ambiental y social del sitio, ya que como se menciona este proyecto se modernizará siguiendo la trayectoria actual y en gran parte de la trayectoria se encuentra la influencia de los asentamientos humanos en las inmediaciones de dicho tramo carretero, además de la presencia de actividades antrópicas en la región, como la agricultura y ganadería.

En este sentido, como primera medida de mitigación respetar el derecho de vía del camino y solo utilizar el área requerida (línea de ceros) para implementar una carretera tipo D.

Una vez iniciando la construcción del proyecto, resulta importante realizar la concientización de los trabajadores de la obra en cuanto a mantener las condiciones ambientales de la zona, ya que en muchas ocasiones el desconocimiento de la importancia de la conservación de los recursos naturales es causa de que los trabajadores de la construcción dañen, cacen o maltraten a la flora y fauna del lugar. Resultando necesario la realización periódica de campañas de concientización documentadas para el personal de los diferentes niveles que participará en la obra. En este sentido la empresa constructora deberá realizar un reglamento ambiental y hacer campañas de concientización ecológica para los trabajadores de la obra, tratando de evitar el daño a la biodiversidad por los trabajadores.



Figura V.4 Ejemplo de la concientización ambiental antes de iniciar obras en un proyecto similar.

V.2.1.2 Etapa de preparación del sitio

En la preparación del sitio para la construcción de las carreteras se consideran las obras y acciones necesarias para la estabilización de los terraplenes para establecer la carpeta asfáltica correspondiente al proyecto. Estas actividades corresponden al desmonte y despalme, limpia del área de construcción, nivelación del terreno y construcción de las obras de drenaje menor; estas actividades generan diferentes impactos ambientales, los que se detallan a continuación.

Instalaciones provisionales de obra como oficinas, almacenes y patios de maquinaria. Incluye campamentos y comedores (Generales en todas las etapas de la construcción del proyecto).

Las actividades necesarias para la instalación de personal y equipo en los frentes de trabajo para iniciar las obras conforman una serie de importantes impactos, iniciando por un impacto en el paisaje, ya que implican cambios en la fisonomía del sitio; afectación a vegetación y fauna por el despalme para la ampliación de la infraestructura; así como requerimiento de espacio dentro del derecho de vía y los poblados o centros urbanos más próximos.

Si bien las superficies a ocupar son mínimas de acuerdo a la magnitud del proyecto, se requerirá de la instalación de campamentos y patios de maquinaria en diferentes puntos a lo largo del trazo principalmente durante el tiempo de construcción de la obra, por lo que representan un importante efecto acumulativo.

En este sentido se hace mención de que la modernización de la obra utilizará la carretera actual como frente de obra y que la instalación de los patios de maquinaria y campamentos se establecerán en zonas impactadas dentro del derecho de vía dicha vía de comunicación.



Figura V.5 Ejemplo de áreas ya perturbadas que pudieran ser utilizadas como campamentos o patio de maquinaria.

V.2.1.3 Trazado y nivelación del sitio

El desarrollo del proyecto se llevará sobre el camino existente, solo se requerirá de 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, para alcanzar los requerimientos técnicos de una carretera tipo D y brindar seguridad de tránsito.

- El trazado, se realizará en parte la infraestructura vial existente en las localidades de Chemax y Chechmil.
- La nivelación, se realizará a lo largo de toda la longitud del tramo, recordando que como se trata de la apertura de un trazo nuevo, se tendrá que realizar limpieza, trazado y nivelación del terreno.

Cabe mencionar, que estas dos actividades dentro del proyecto son unas de las más importantes y las ocasionaran la mayor parte de los impactos ambientales, ya que se compactará el suelo, se retirará la capa vegetal (despalme), modificaran la escorrentía, erosión del área del camino y escénicamente modificaran el paisaje al incluir una carretera pavimentada en el sistema ambiental regional.

V.2.1.4 Campamentos y oficinas

En este caso, se estima que los campamentos pueden ser reducidos debido a la proximidad del proyecto con las localidades de Chemax y Chechmil, así como una gran cantidad de áreas sin vegetación sobre la trayectoria del camino actual, en donde será posible albergar a un grupo considerable de trabajadores. Por otra parte, este proyecto pretende la contratación de personal de la zona con lo que un gran número de empleados corresponderá a las localidades cercanas al proyecto pudiendo trasladarse del frente de obra a sus hogares reduciendo el número de trabajadores con necesidad de alberge.

V.2.1.5 Patios de manobra, almacenes de herramienta y equipo

Este tipo de acciones podrá ser realizado dentro del derecho de vía o área de ceros del proyecto, conforme avance el frente de obra, sin dañar las zonas que presenten vegetación forestal.

Para el proyecto se presentan 2 áreas desprovistas de vegetación natural que cumplen con las condiciones para ser utilizadas como patios de maquinaria o almacenes, dichas áreas se encuentran a las orillas del camino que se pretende modernizar, para utilizar dichas áreas se tendrá que realizar un convenio entre los propietarios y el Centro SCT Yucatán.

Tabla V.3 Coordenadas de los vértices de la propuesta de patio de maquinaria.

Propuesta de patio de maquinaria 1			
Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	402177	2285728
2	16 Q	402146	2285721
3	16 Q	402137	2285751
4	16 Q	402169	2285758
Superficie de 1,000 m^2			
Propuesta de patio de maquinaria 2			
Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401754	2286919
2	16 Q	401711	2286915
3	16 Q	401714	2286892
4	16 Q	401759	2286893
Superficie de 1,000 m^2			



Figura V.6 Ubicación de los patios de maquinaria cercanos a la trayectoria del proyecto.

V.2.1.6 Manejo de residuos urbanos y de construcción

La generación de basura en los frentes de obra, campamentos, oficinas. Genera la proliferación de fauna nociva, olores desagradables y posibles focos de infección y además provoca un impacto visual negativo. Por lo que se colocaran contenedores de basura (tambos rotulados) adecuados. Por otra parte, la generación de basura incrementa la demanda de colecta y disposición de residuos en los tiros municipales.



Figura V.7 Ejemplo de contenedores de solidos en la trayectoria del proyecto.

La realización de este proyecto generará residuos sanitarios, aguas negras y aguas grises que tendrán que ser manejadas de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996.

Como residuos de construcción en esta actividad se genera cartón, alambres, madera, bolsas de plásticos, envases de PET, entre otros. Los cuáles serán reciclados y dispuestos de acuerdo con la normatividad aplicable.

Se debe planear y prever adecuadamente el manejo de residuos sólidos y líquidos mediante el almacenamiento, reciclamiento y disposición final de los residuos. En caso de la basura, la empresa contratista deberá colocar contenedores para residuos orgánicos, inorgánicos y

residuos peligrosos. En este sentido los residuos orgánicos podrán ser composteados para ocuparlos en el arrope de taludes para dar mayor fertilidad al suelo y propiciar su rápida revegetación. Los residuos inorgánicos deberán ser destinados mediante lo dispuesto por las autoridades municipales, en los rellenos sanitarios del municipio de Halachó. Por último, los residuos peligrosos deberán ser manipulados y destinados de acuerdo con lo establecido en las normas correspondientes.

Por otra parte, el frente de obra deberá contar con la instalación de servicios de sanitario portátiles, ya que, de no ser así, se practicará la defecación al aire libre con la subsecuente contaminación de suelo, afectaciones a la calidad del sitio e incursión de trabajadores fuera del frente de obra y hacia terrenos aledaños. Además de ser foco de propagación de infecciones gastrointestinales entre los propios trabajadores y con la población aledaña.

Asimismo, se generan considerables cantidades de residuos urbanos por efecto de la actividad de obra, así como residuos de la construcción.



Figura V.8 Imagen izquierda. Ejemplo de almacenaje de solidos inorgánicos. Imagen derecha. Material vegetal composteado que será utilizado en los terraplenes y cortes de un proyecto vial.

V.2.1.7 Manejo de residuos peligrosos y combustibles

Durante esta etapa de la construcción del proyecto se generarán estopas contaminadas con grasas, aceites, combustibles y otras sustancias peligrosas. Estas, si no se manejan adecuadamente contaminan el suelo.

El mantenimiento de maquinaria y equipo genera materiales contaminantes y peligrosos. El uso de combustible representa un riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales y por descuidos en el momento de la recarga de maquinaria. Así como el transporte del combustible al sitio de trabajo. Otro impacto es la generación y acumulación de vapores de solventes en los sitios destinados para su almacenamiento.

Las reparaciones de maquinaria y equipo y el abastecimiento de combustible requieren muchas veces realizarse in situ, por lo que de no existir un adecuado manejo de residuos peligrosos y combustibles. Estas sustancias contaminarían el espacio de trabajo y con posibles repercusiones ambientales en suelo y agua. Por lo que se deberá contar con un área

específica para dichas actividades, donde el suelo este cubierto por una capa de arcilla, aserrín y una geomembrana o lona, para evitar la contaminación del suelo.

V.2.1.8 Equipo de protección y prevención de enfermedades

La realización de obras civiles conlleva riesgos o accidentes para el personal trabajador. Riesgos que se incrementan cuando las obras se realizan lejos de centros poblados con instalaciones médicas adecuadas, como ocurre en el caso de carreteras. Ello puede repercutir en el bienestar de trabajadores. Sin embargo, cabe destacar que el municipio de Halachó cuenta con centros médicos adecuados para poder atender a algún accidentado en caso de requerirlo. Bajo esta premisa la empresa constructora deberá promover el bienestar de los trabajadores previéndolos con las herramientas y equipo necesario para la realización de los trabajos, ya sean de bajo riesgo o alto riesgo, entre los materiales y herramientas con los que la empresa constructora dotará a los trabajadores de la obra se mencionan a continuación:

- Casco de seguridad
- Guantes
- Orejeras
- Antiparras
- Barbijo
- Delantal de soldador
- Calzado de seguridad



Figura V.9 Ejemplo del equipo de protección personal.

Además de lo anterior, las obras de este tipo suelen detonar el surgimiento de puestos de comida en los frentes de obra y las proximidades de instalaciones. Estos expendios carecen de infraestructura adecuada, formas de manejo de residuos y agua, con lo que resulta fácil la contaminación de alimentos y la acumulación de desperdicios de los que nadie se hace responsable.

La falta de higiene en los alimentos y el entorno laboral puede ocasionar enfermedades entre el personal, que pueden ser fuertemente contagiosas; particularmente enfermedades virales y bacterianas (como rota-virus y hepatitis), además de las características enfermedades gastrointestinales. Su propagación fuera de la obra y hacia zonas urbanas puede implicar un importante impacto en la salud del personal y la población.

Para prevenir este tipo de enfermedades la empresa constructora deberá seleccionar e instalar campamentos, almacenes generales y comedores adecuados, manejar de buena manera los residuos sólidos y líquidos, así como la instalación de servicios de sanitarios portátiles con su respectivo mantenimiento.

V.2.1.9 Impacto a la flora del área del área proyecto

El proyecto afectará 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, cabe mencionar, que no se registraron especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se implementarán las acciones de rescate y reubicación de flora, reforestación y concientización ambiental para evitar causar desequilibrios ambientales en las poblaciones vegetales presentes en la zona del proyecto.

V.2.1.10 Impacto a la fauna silvestre del área del proyecto

En el área del proyecto no se identificaron especies faunísticas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se pondrá en riesgo la presencia de alguna especie de importancia ecológica; si se llegase a encontrar durante las actividades de preparación del sitio y construcción especies de fauna silvestre, se implementarán acciones de rescate y reubicación de fauna y concientización ambiental; además que todas las especies registras en el área del proyecto se encuentran distribuidas en el área de influencia y Sistema Ambiental Regional, por lo que su presencia en el área del proyecto no se pondrá en riesgo.

V.2.2 Etapa de construcción

Esta etapa del proyecto se caracteriza por la pavimentación del camino existente, ya que la zona es semiplana con lo que se alcanzarán las especificaciones técnicas correspondientes a una carretera tipo D de acuerdo con la SCT.



Figura V.10 Ejemplo de la pavimentación en un proyecto similar.

Como se menciona anteriormente la carretera en cuestión contará con la construcción de estructuras que permitan el buen funcionamiento del proyecto, entre las cuales se incluyen las obras de drenaje menor, cunetas, contra cunetas, bordillos y lavaderos que se encuentran previstos en proyecto constructivo.



Figura V.11 Ejemplo de construcción de obras de drenaje menor (cunetas).

No obstante, la modernización del camino en su etapa de construcción generara algunos impactos como lo son:

V.2.2.1 Impacto al factor aire

El impacto a ocasionar en el aire es por la quema de combustible generando emisiones de gases tóxicos e hidrocarburos al ambiente, además de las emisiones de partículas suspendidas en el aire, por la acción de la maquinaria y camiones de carga que se usaran en esta etapa de la obra. Para reducir las emisiones de monóxido de carbono al aire, la empresa

constructora deberá tener en buen estado la maquinaria y camiones de carga con sus afinaciones correspondientes.

V.2.2.2 Impacto al factor suelo

El impacto al suelo será causado por la colocación del material de revestimiento y compactación del mismo. En este sentido se menciona que el área de afectación será de 14.73 hectáreas, contando la superficie forestal, agrícola, pecuaria y caminos existentes.



Figura V.12 Ejemplo de una carretera tipo D con acotamiento.

Este es la segunda actividad más importante y que más impacto tiene dentro del SAR, después del trazado y nivelación. Esto se debe a que se verterán materiales ajenos a este, lo que le hará perder toda su capacidad natural, cabe mencionar, que este cambio solo sucederá dentro del ancho de corona de la carretera tipo D que es de 7.0 metros, además de incluir en el paisaje del SAR una carretera pavimentada.

V.2.2.3 Impacto al factor agua

El proyecto no cruza ningún cuerpo o escurrimiento natural, sin embargo, con el objetivo de evitar el deterioro del cuerpo carretero se llevará a cabo la construcción de 3 obras de drenaje menor, las cuales encausarán el agua de la carpeta asfáltica a las orillas del camino, evitando el deterioro de la carpeta asfáltica y aumentado el tiempo de vida útil del proyecto.

Tabla V.3 Coordenadas de ubicación de las obras de drenaje propuestas para el proyecto.

Obra de drenaje	Estación	Zona	X	Y	Tipo de obra a construir
1	2+278	16 Q	401766	2286896	Tubo de 1.20 de diámetro
2	4+811	16 Q	401222	2289379	Cajón de 1.5 x 1.0
3	5+830	16 Q	401002	2290381	Tubo de 1.20 de diámetro

Como se mencionó en el capítulo II de este documento, el proyecto no cruza ningún cauce de agua perenne, sin embargo, se implementarán las acciones de prevención para evitar causar afectaciones a la calidad del agua.

V.2.3 Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa del proyecto se llevarán a cabo los menores impactos ambientales, ya que las actividades son mínimas y todas se realizarán dentro del cuerpo carretero, evitando afectar las colindancias de la carretera.

V.2.3.1 Mantenimiento preventivo

Dentro del mantenimiento preventivo, se encuentran una serie de actividades las cuales se desarrollan en el cuerpo carretero o dentro de su derecho de vía, como:

- Limpieza del derecho de vía
- Repintado de señalización
- Limpieza del cuerpo carretero
- Limpieza de obras de drenaje

Cabe señalar, que todo el material resultante de las actividades de limpieza será dispuesto en los centros de acopio municipales por donde pasa la carretera y la maquinaria/vehículos utilizados estarán en las mejores condiciones mecánicas para evitar contaminar el medio ambiente.

V.2.3.2 Mantenimiento correctivo

Estas actividades se realizan una vez detectado una afectación del cuerpo carretero, estas consisten en el bacheo y sustitución de señalización dañada o faltante, estas actividades se realizan de manera periódica por parte de la SCT, por lo que el material, equipo y vehículos se encontrarán en las mejores condiciones mecánicas y los productos resultantes serán dispuestos en los centros de acopio de los municipios por donde pasa la carretera.



Figura V.13 Ejemplo de las actividades de mantenimiento en carreteras.

V.3 Valoración de los impactos

Para la valoración de los impactos ambientales, se aplicó una fórmula de las más comunes para calcular la importancia de los impactos, (*Garmendia et. al. 2006*), la cual se describió en el numeral V.1.1 de este capítulo que conforma la MIA-R para la autorización del proyecto. De acuerdo a la metodología descrita y que se empleo para la valoración de los impactos

ambientales generados por el proyecto, se tiene la siguiente categorización para el resultado de la evaluación de cada impacto ambiental. El valor asignado a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa se calculó con las siguientes fórmulas:

$$I= (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + EF + PR + RC)$$

Donde:

- IN: intensidad
- MO: momento
- RV: reversibilidad
- AC: acumulación
- EX: extensión
- PE: persistencia
- PR: periodicidad
- EF: efecto
- RC: recuperabilidad

Tabla V.4 Categorización de los impactos ambientales.

Categorización de la intensidad de los impactos ambientales	
Menores de 25 puntos	Irrelevantes o compatibles
Entre 25 y 50 puntos	Moderados
Entre 50 y 75 puntos	Severos
Superiores a 75 puntos	Críticos

Tabla V.5 Tabla de los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto.

Etapa	Impactos ambientales	Signo	In	Ex	Mo	Ac	Pe	Rv	Rc	Pr	Ef	Valoración	
Preparación del sitio	Aumento de la erosión	-	3	3	4	6	2	3	4	4	3	**29**	Moderado
	Reducción de cobertura vegetal	-	3	3	4	6	2	3	4	4	3	**29**	Moderado
	Desplazamiento de fauna	-	2	1	4	3	4	2	4	4	3	**24**	Moderado
	Reducción de infiltración	-	2	2	4	6	2	2	2	2	2	**22**	Moderado
	Contaminación del suelo	-	3	2	2	3	2	3	2	2	2	**19**	Irrelevante
	Disminución de la calidad del agua	-	2	1	2	3	2	2	2	1	1	**15**	Irrelevante
	Contaminación atmosférica	-	3	2	2	3	2	2	2	1	1	**17**	Irrelevante
	Contaminación auditiva	-	2	2	4	3	2	1	2	1	1	**17**	Irrelevante
Etapa	**Impactos ambientales**	**Signo**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Ac**	**Pe**	**Rv**	**Rc**	**Pr**	**Ef**	**Valoración**	
Construcción	Contaminación atmosférica	-	2	2	2	6	2	2	2	2	1	**20**	Irrelevante

	Desplazamiento de fauna	-	3	2	4	3	4	2	3	4	3	**25**	Moderado
	Contaminación auditiva	-	1	2	4	3	2	1	2	1	1	**16**	Irrelevante
	Contaminación del suelo	-	3	2	4	4	2	3	4	4	3	**26**	Irrelevante
	Disminución de la calidad del agua	-	1	1	2	3	2	2	2	1	1	**14**	Irrelevante
	Aumento de la erosión	-	3	3	4	6	2	3	4	4	3	**29**	Moderado
	Reducción de cobertura vegetal	-	3	3	4	6	2	3	4	4	3	**29**	Moderado
	Reducción de infiltración	-	1	1	2	6	2	2	2	1	1	**17**	Irrelevante
Etapa	**Impactos ambientales**	**Signo**	**In**	**Ex**	**Mo**	**Ac**	**Pe**	**Rv**	**Rc**	**Pr**	**Ef**	**Valoración**	
Operación y mantenimiento	Contaminación atmosférica	-	1	2	2	6	2	1	2	1	1	**18**	Irrelevante
	Contaminación del suelo	-	1	1	4	3	2	1	2	1	1	**16**	Irrelevante
	Disminución de la calidad del agua	-	1	1	2	3	2	1	2	1	1	**14**	Irrelevante
	Desplazamiento de fauna	-	1	1	4	6	2	1	2	1	1	**19**	Irrelevante
	Reducción de la infiltración	-	1	1	2	3	2	1	2	1	1	**14**	Irrelevante
	Contaminación auditiva	-	1	2	4	3	2	1	2	1	1	**17**	Irrelevante

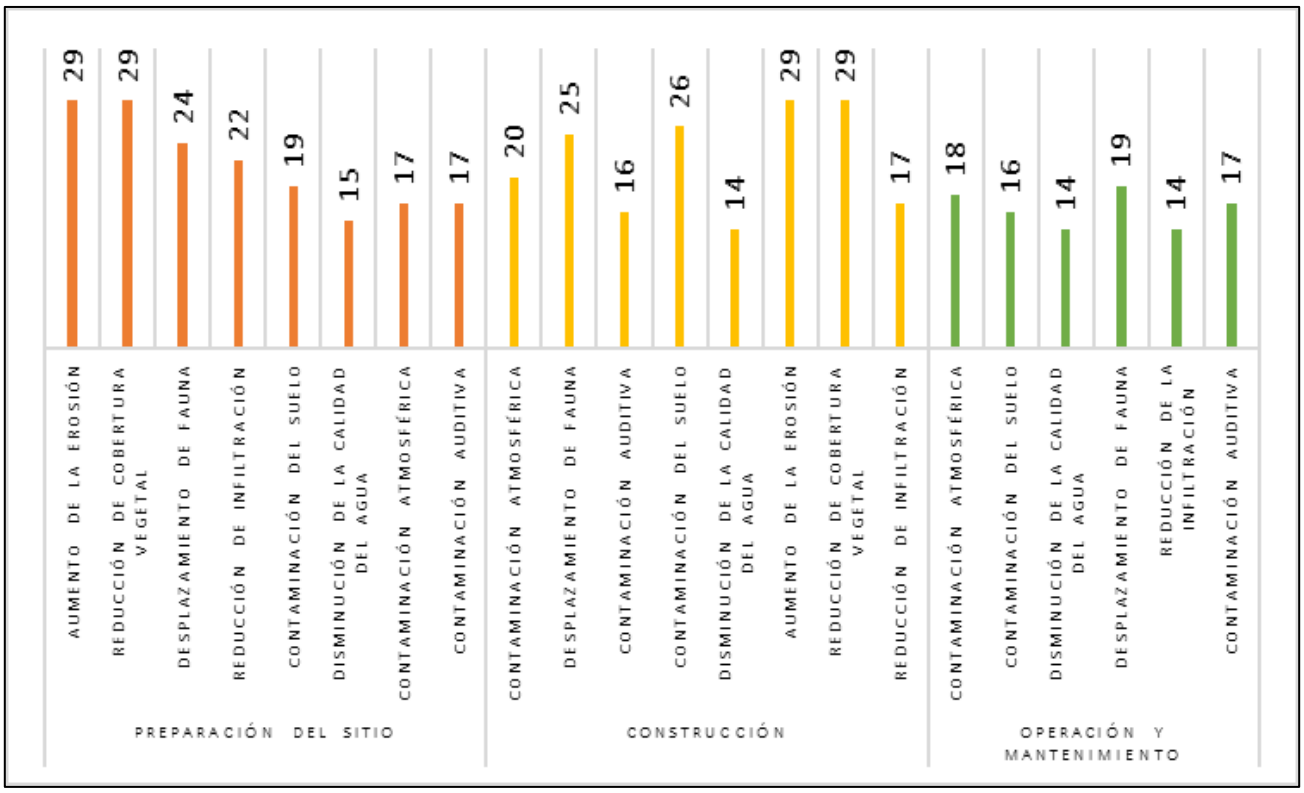


Figura V.14 Grafico comparativo de la valoración de los impactos ambientales generados en la etapa de preparación del sitio.

El impacto ambiental más significativos a la calidad ambiental durante la etapa de preparación del sitio para el proyecto de construcción del es el despalme, desmonte, nivelación y compactación de área del camino, que ocasionará los mayores impactos ambientales, como la reducción de la cobertura vegetal, aumento de la erosión y desplazamiento de la fauna silvestre, aunque es importante mencionar, que el actual camino recibe constante mantenimiento, por lo cual ya se encuentra compactado y el área del camino actual ha perdido la mayor parte de su capacidad natural, como recurso no renovable, sin embargo, al realizar la nivelación y compactación, las características naturales del suelo quedarán minimizadas al verter materiales solidos ajenos al suelo. Sin embargo, los impactos ambientales generados en esta etapa pueden ser controladas o mitigadas con buenas prácticas, ya que se encuentran en una valoración de irrelevantes a moderados, siguiendo la normatividad en cuento a la protección del medio ambiente y restituyendo esta superficie afectada permanentemente por medio de una superficie de reforestación igual o mayor a la superficie de afectación del camino.

En etapa de construcción se caracteriza por presentar impactos ambientales de irrelevantes a moderados, ya que las actividades de pavimentación, revestimiento representan los impactos más significativos, como; reducción de la capa vegetal, aumento de la erosión y desplazamiento de la fauna silvestre, ya que las actividades de esta etapa serán de manera

permanente y causaran la perdida natural del suelo y modificarán de manera evidente el paisaje del SAR, ya que se estará colocando una carretera pavimentada en un entorno natural, como es bien sabido, durante esta etapa la generación de ruido y operación de maquinaria serán también de las actividades más evidentes, las buenas prácticas ambientales, el seguimiento de las normas oficiales y las medidas de compensación (reforestación) minimizarán estos impactos ambientales.

Los impactos ambientales generados durante la etapa de operación y mantenimiento, se encuentran en la valoración de irrelevantes, ya que, la actividad más significativa es la de control de bacheo, ya que esta estará afectada continuamente durante la vida del proyecto y que causará desplazamiento de la fauna silvestre (principalmente aves) y contaminación atmosférica. Siendo esta etapa la que menor impacto al ambiente generará, ya que la mayor afectación ambiental se realizó al llevar a cabo la apertura del camino, el seguimiento de las normas oficiales y buenas prácticas durante la operación y mantenimiento de la carretera evitarán el deterioro del entorno cercano a la carretera y consecuentemente del SAR.

Impactos ambientales negativos

- Alteración del paisaje. La presencia de una carretera tipo D pavimentada que comunique a las localidades de Chemax y Chechmil.
- Afectación. En 11.67 ha. de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.
- Modificación de la calidad del aire por ruido. Por el tiempo que tarde la obra de 8:00 am hasta 6:00 pm.
- Modificación de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera. Modificación de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera.
- Modificación de la calidad ambiental por la generación de residuos sólidos. Generación de 0.5 kg al día por persona, durante la obra.

Impactos positivos

- Aumento de la plusvalía. Mayor costo de los predios aledaños a la carretera por tener una vía de comunicación pavimentada.
- Generación de empleos. 40 empleos directos y aproximadamente 35 empleos indirectos.
- Vía de comunicación segura y moderna. Las localidades de Chemax y Chechmil contarán con una vía de comunicación eficiente y segura, que permitirá reducir los tiempos y costos de traslado hacia los polos de desarrollo económico y demás localidades vecinas.

V.4 Impactos residuales

V.4.1 Etapa de preparación del sitio

En esta etapa toda la actividad de desmonte y despalme, causará el mayor impacto ambiental, la reducción de la cobertura vegetal, que se generará a consecuencia del cambio de uso de suelo en la zona de construcción del camino para alcanzar las especificaciones de una carretera tipo D, donde se afectará 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, dicha afectación se podrá compensar por medio de las acciones de reforestación, acciones de rescate y reubicación de flora y complementadas con las medidas preventivas, como la implementación de las acciones de concientización ambiental y aplicación de normatividad (NOM´s) ambientales, con lo que se podrán evitar de manera particular la presencia de los impactos residuales que se generarán por el desarrollo del proyecto.



Figura V.15 Afectación de 11.67 de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

V.4.2 Etapa de construcción

En el desarrollo de esta etapa solo se presenta un impacto residual, la reducción de la cobertura vegetal en el área del proyecto, a consecuencia de las actividades de revestimiento y pavimentación, que son actividades que se desarrollan en la misma superficie, las cuales, a pesar de las diversas estrategias preventivas y mitigatorias, las áreas afectadas por estas dos actividades no podrán ser rehabilitadas a su condición natural, debido a la presencia de agentes sintéticos (pavimento) ajenos al medio, por lo que estas actividades modificarán de manera permanente el factor suelo y el paisaje, sin embargo, podrán ser compensadas por medio de acciones de reforestación en una superficie mayor a la afectada, además de la implementación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI de esta MIA-R.



Figura V.16 Pavimentación del camino.

V.4.3 Etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa no se llevarán a cabo ningún impacto residual, ya que las actividades de control de vegetación y presencia de personal y vehículos, podrán ser prevenidas y/o mitigadas con las estrategias como lo son manejo de vegetación. Estas actividades generan el mínimo impacto al ambiente al realizarse aproximadamente cada año y el tiempo de trabajo en el sitio es muy corto, por lo que los impactos generados podrán ser mitigados de manera natural. Durante las actividades de mantenimiento, el personal que realizará las actividades llevará a cabo las medidas preventivas para evitar causar daños al medio ambiente que rodee al tramo carretero.



Figura V.17 Ejemplo del mantenimiento preventivo y correctivo del cuerpo carretero.

Durante el desarrollo del proyecto de modernización del camino solo se llevara a cabo un impacto ambiental residual, la reducción de la cobertura vegetal a consecuencia del cambio de uso de suelo en la zona de adecuación del camino, esta medida a pesar de ser compensada por medio de las acciones de reforestación en una superficie 2:1 con respecto de la afectación forestal, pero sin lograr las condiciones ambientales a corto plazo de la zona de afectación forestal; los impactos ambientales generados podrán ser prevenidos y compensados llevando a cabo de manera correcta la implementación de las medidas propuestas en el capítulo VI de la MIA-R.

V.5 Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan del efecto incremental de una acción, agregado a los efectos de acciones pasadas, presentes y razonablemente previsibles en el futuro. Hay que tener presente que los impactos acumulativos son la consecuencia de muchos factores que interactúan, tanto en el pasado (primeras acciones) como en el presente e inclusive en el futuro, mientas se desarrolla el proyecto, por lo que sus efectos no siempre pueden ser correctamente definidos o no siempre son bien entendidos.

En la zona del proyecto como en el Sistema Ambiental Regional (SAR) actualmente se presentan diversos usos de suelo, en los cuales se desarrollan actividades antrópicas (ganadería y agricultura, etc.) por lo que el SAR se encuentra en un constante cambio ambiental, ya que existen diversos factores que favorecen el decremento de su naturalidad y de la zona del proyecto.

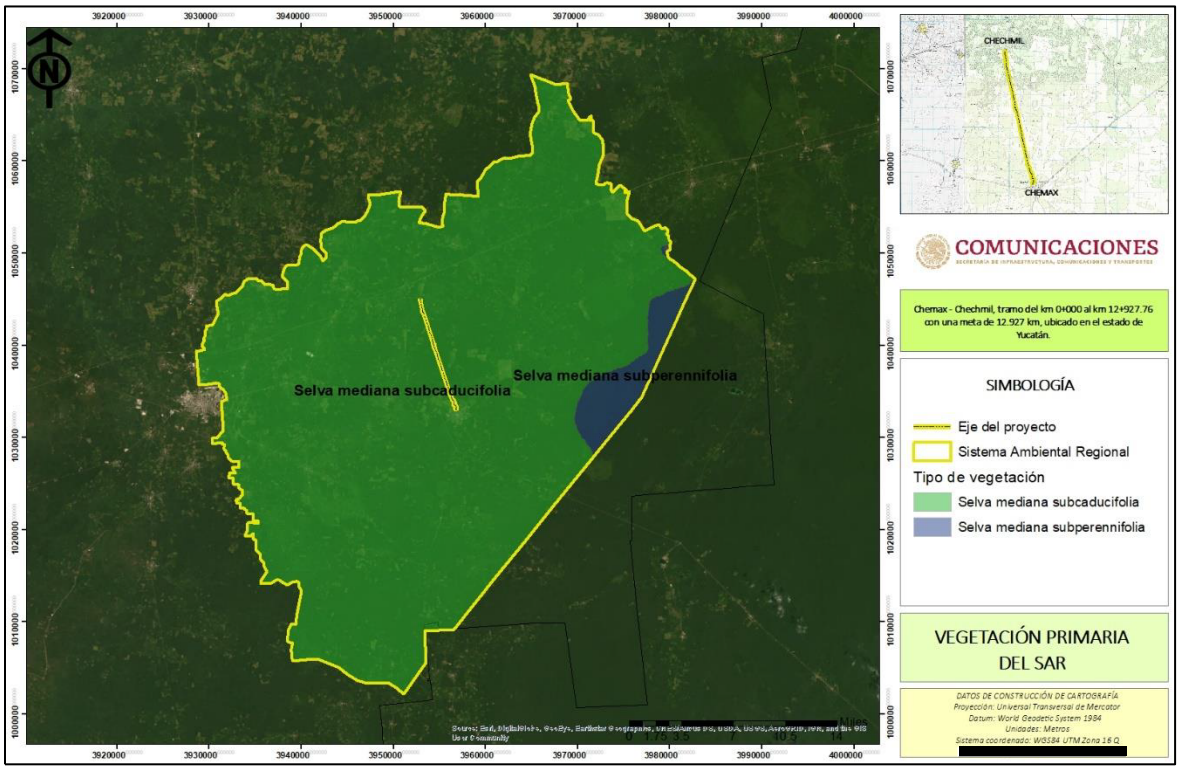


Figura V.18 Vegetación primaria del SAR.

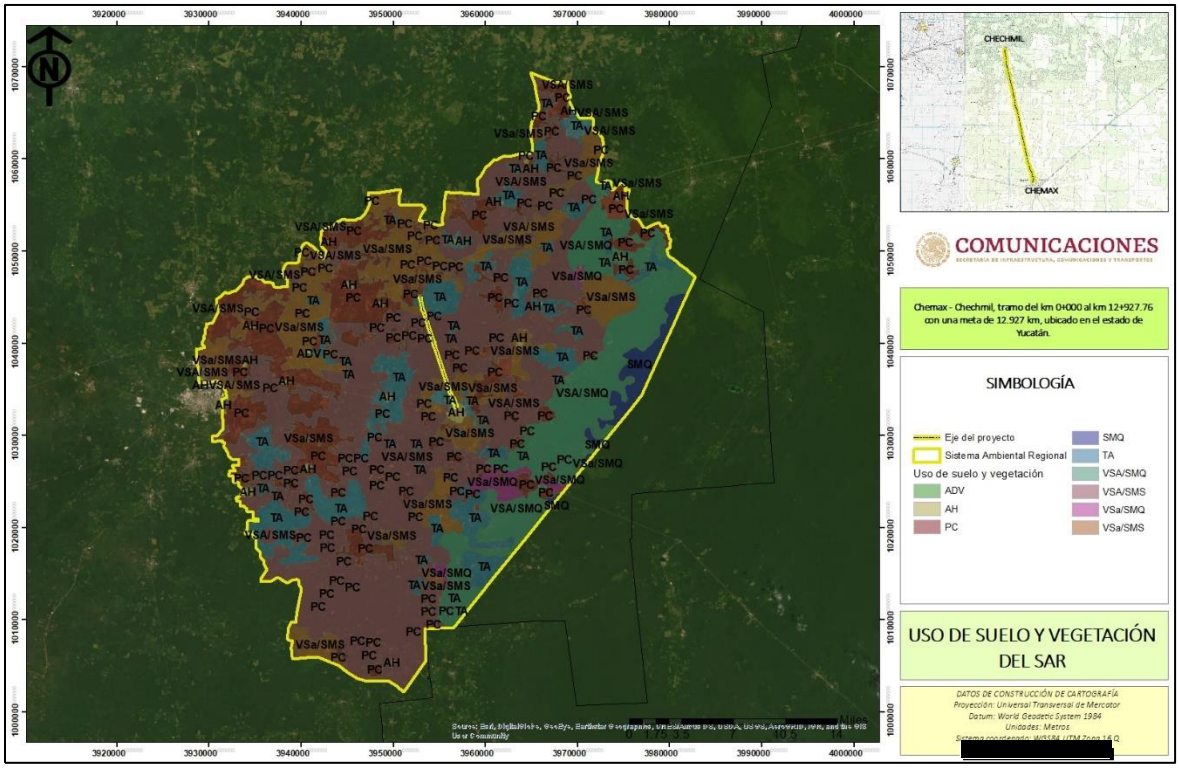


Figura V.19 Uso de suelo y vegetación del SAR.

Como se muestra en los mapas de vegetación primaria y uso de suelo y vegetación actual, el SAR ha sufrido un cambio radical, de presentar vegetación primaria de selva mediana subcaducifolia y subperennifolia a un mosaico de vegetación secundaria de selva mediana caducifolia, secundaria de selva mediana subperennifolia con un importante grado de perturbación, además de pastizal inducido, pastizal cultivado, agricultura en sus diferentes variantes y asentamientos humanos, por lo que el desarrollo del proyecto solo continuará con el cambio sucesional de vegetación y reducción del área forestal que actualmente presenta el SAR, ya que el proyecto se plantea dentro de un camino existente, que no modificara la estructura ecológica del SAR, pero el crecimiento poblacional, demanda de áreas agropecuarias y desarrollo industrial de la región que se presenta si causara un cambio gradual que reducirá la masa forestal y por consecuencia el estado de conservación actual del SAR.

El principal uso de suelo dentro del SAR es agrícola y pecuario, por lo que los impactos ambientales ya han sido generados por las actividades humanas; igualmente es necesario mencionar, que en la zona del proyecto existen zonas urbanas en crecimiento, lo cual ha generado la perdida de áreas con vegetación natural, debido al desencadenamiento de diversos factores que alteran las condiciones naturales del ecosistema. Aunque, también con el incremento de la población se ha aumentado las actividades productivas de la región.

Por lo que para el SAR se estima que lo factores físico, biológico y social se verán afectados a largo plazo por las diferentes acciones que se desarrollan dentro del SAR y las estrategias de prevención y mitigación que minimizaran su desarrollo y afectación al SAR.



Figura V.20 Vista panorámica del SAR, donde se observa la fragmentación de la vegetación natural.

Tabla V.6 Impactos acumulativos dentro del SAR por el desarrollo del proyecto.

Factor	Impacto	Estrategia de prevención y mitigación
Físico	Aumento de la erosión	Programa de reforestación
	Cambio de la calidad del aire	Plan de vigilancia ambiental
	Aumento de los niveles de ruido	Plan de vigilancia ambiental
	Aumento de las emisiones de gases	Plan de vigilancia ambiental
Biológico	Perturbación de las especies de alimentación y reproductivos	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y programa de concientización ambiental
	Competencia interespecífica	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
	Desequilibrio en cadenas tróficas	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
	Modificación de los patrones de conducta de la fauna	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
	Pérdida progresiva de la diversidad de flora y fauna	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y Programa de reforestación
Social	Afectación a la calidad visual	Estética visual con componentes de atractivo

Debido a la anterior, la construcción del proyecto de modernización del camino no afectara significativamente a un Sistema Ambiental Regional que se encuentra en un intenso y continuo cambio, por lo que la ejecución del proyecto solo continuara con la trasformación del ecosistema, sin aumentar o retardar la actual degradación ambiental que sufre este; además existen afectaciones ambientales ajenas al proyecto que están incidiendo en la zona, como es el aumento de áreas agrícolas y de pastoreo.



Figura V.21 Actividades agrícolas en el área del proyecto y uso constante del camino.

Con base a lo anterior, los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto de construcción del camino no afectaran de manera significativa y acumulativa al sistema ambiental regional, tomando en cuenta que este proyecto afectará 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, sin embargo, se llevarán a cabo una serie de actividades preventivas y/o mitigatorias que eviten el decremento de la calidad ambiental del SAR; además de considerar que actualmente en la zona se encuentran en expansión núcleos de población, áreas agropecuarias y actividades industriales, los cuales están provocando la degradación y transformación de la calidad ambiental.

V.6 Resumen y conclusiones

Cada impacto ambiental generado en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y en el área del proyecto (AP) tienen su origen en las actividades que se desarrollan en cada uno, por lo cual se estimaron los impactos ambientales generados dentro del SAR, por las principales actividades identificadas, actividades agropecuarias, deforestación y las poblaciones (asentamientos humanos), lo cual se resume en la tabla V.7 de este documento; para las obras y actividades propias de la modernización del camino (proyecto) se resumieron las en su tipo de impacto generado, las cuales se resumen en la tabla V.8 de este documento.

Para el Sistema Ambiental Regional.

Obras o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Agricultura	Vegetación	Perdida de cobertura vegetal	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Suelo	Contaminación del suelo	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
		Aumento de la erosión	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	
	Agua	Reducción de la infiltración	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
		Disminución de la calidad del agua	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Contaminación del agua potable
Deforestación	Vegetación	Perdida de cobertura vegetal	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Suelo	Contaminación del suelo	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
		Aumento de la erosión	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	
	Agua	Reducción de la infiltración	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático

Obras o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
		Disminución de la calidad del agua	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Contaminación del agua potable
Asentamientos humanos	Vegetación	Perdida de cobertura vegetal	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Suelo	Contaminación del suelo	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
		Aumento de la erosión	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	
	Agua	Reducción de la infiltración	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
		Disminución de la calidad del agua	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Contaminación del agua potable
	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Local	Regional	Leve	Negativo	Aumento de decibeles en los asentamientos humanos
		Contaminación atmosférica	Sinérgico	Local	Regional	Leve	Negativo	

Para el área del proyecto.

Preparación del sitio								
Obras o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Despalme	Suelo	Aumento de la erosión	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Vegetación	Reducción de cobertura vegetal	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Agua	Reducción de infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático

Desmonte	Suelo	Aumento de la erosión	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Vegetación	Reducción de cobertura vegetal	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Agua	Reducción de infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
Nivelación y compactación del suelo	Suelo	Aumento de la erosión	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Reducción de la infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Operación de equipo y maquinaria	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
Uso de combustibles	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Operación de plantas eléctricas de energía	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Generación de ruido	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
Construcción								

Obras o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Operación de maquinaria de construcción	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
Uso de diésel y otros combustibles	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Revestimiento	Suelo	Aumento de la erosión	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Vegetación	Reducción de cobertura vegetal	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Agua	Reducción de infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Asfaltado	Suelo	Aumento de la erosión	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Vegetación	Reducción de cobertura vegetal	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Reducción cobertura forestal
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Agua	Reducción de infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local

	Suelo	Contaminación del suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva del suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Obtención de agua de servicios	Agua	Reducción de infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
Generación de residuos sólidos	Suelo	Contaminación de suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva de suelo
	Agua	Reducción de la infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
Generación de y agua residuales	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Terminados y acabados	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
Generación de ruido	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
Operación y mantenimiento								
Obras o actividades	**Componente ambiental**	**Impacto ambienta**	**Relación del impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
Uso de diésel y otro combustibles	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación de suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva de suelo
	Agua	Disminución de la calidad del agua	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Contaminación del agua potable
Bacheo	Aire	Contaminación atmosférica	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de la polución local
	Suelo	Contaminación de suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva de suelo

	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas
Generación de residuos sólidos	Suelo	Contaminación de suelo	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Perdida de la capacidad productiva de suelo
	Agua	Reducción de la infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Reducción de la recarga del manto freático
Generación de ruido	Aire	Contaminación auditiva	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Aumento de decibeles en la zona del proyecto
	Fauna	Desplazamiento de fauna	Residual	Permanente	Local	Mínima	Negativo	Perdida de especies faunísticas

En conclusión, los impactos ambientales moderados se encuentran en la etapa de preparación del sitio con la ejecución de las actividades de despalme y desmonte, en la etapa de construcción con la actividad de pavimentación, es decir, las actividades que están relacionadas directamente con la construcción del cuerpo carretero (tipo D de 7.0 metros de ancho de corona, 6.0 metros de calzada y 0.5 metros de acotamiento) y causarán la reducción de la cobertura vegetal, desplazamiento de fauna silvestre y aumento de la erosión, sin embargo, estas no representan un riesgo ambiental, ya que la pavimentación o modernización seguirá la trayectoria actual del camino, requiriendo únicamente la ampliación del camino para alcanzar las especificaciones de una carretera tipo D que brindaran la seguridad al transitar por la carretera y alcanzar las especificaciones técnicas y del Centro SCT Yucatán, un punto favorable del desarrollo del proyecto es que el principal impacto ambiental se realizó cuando se apertura el camino, aunque es importante señalar, que este camino se encuentra en uso de manera tradicional hace más de 50 años, por lo que la modernización no causará un desequilibrio ambiental en la zona y solo continuará con la modificación del paisaje a consecuencia de la modernización del camino.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO VI

Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental.

Tabla de contenido

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas o correctivas por componente ambiental 3
VI.1.1 Liberación del derecho de vía 4
VI.1.2 Autorización en Materia de Impacto Ambiental 4
VI.1.3 Preparación ambiental del personal 4
VI.1.4 Etapa de preparación del sitio y construcción 6
VI.1.4.1 Prevención 6
VI.1.4.2 Mitigación 8
VI.1.4.3 Restauración 13
VI.1.4.4 Compensación 13
VI.1.4.5 Control 15
VI.1.5 Etapa de operación y mantenimiento 15
VI.2 Acciones de prevención, mitigación y compensación específicas. 16
VI.2.1 Acciones de rescate y reubicación de fauna 16
VI.2.1.1 Alcances 16
VI.2.1.2 Objetivos 16
VI.2.1.3 Fauna susceptible a ser rescatada y reubicada 16
VI.2.1.4 Metodología de rescate y reubicación 17
Anfibios y reptiles 18
Mamíferos 19
Aves 21
VI.2.1.5 Sitio propuesto para la reubicación de ejemplares capturados 21
VI.2.2 Acciones de rescate y reubicación de flora 22
VI.2.2.1 Objetivos 22
VI.2.2.2 Flora susceptible a ser rescatada y reubicada 23
VI.2.2.3 Metodología de rescate y reubicación 23
VI.2.2.4 Recorridos de búsqueda 24
VI.2.2.5 Registro de datos 24
VI.2.2.6 Extracción de plántulas 24
VI.2.2.6 Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento 28
VI.2.2.7 Endurecimiento y transporte de los ejemplares 29
VI.2.2.8 Trasplante 29
VI.2.2.9 Albergue temporal y rehabilitación de especies rescatadas 31

VI.2.2.10 Sitios propuestos para la reubicación de las especies rescatadas 32
VI.2.3 Acciones de reforestación 34
VI.2.3.1 Alcances de las acciones 34
VI.2.3.2 Objetivos 34
VI.2.3.3 Densidad de las acciones de reforestación 35
VI.2.3.4 Actividades previas a la plantación 36
VI.2.3.5 Apertura de cepas 37
VI.2.3.6 Control de plagas y enfermedades 38
VI.2.3.7 Sistema de plantación 39
VI.2.3.8 Sitio propuesto para las acciones de reforestación 40
VI.2.4 Pasos de fauna 41
VI.2.4.1 Alcances 42
VI.2.4.2 Objetivos 43
VI.2.4.3 Tipos de pasos de fauna silvestre 43
Pasos Inferiores Vehiculares (P.I.V). 44
Pasos Superiores Vehiculares (P.S.V.) 44
VI.2.4.4 Selección del diseño de pasos de fauna silvestre 44
Características geométricas de los pasos de fauna 45
VI.2.4.5 Ubicación de los pasos de fauna silvestre 46
VI.2.5 Plan de vigilancia ambiental 47
VI.2.5.1 Objetivos 47
VI.2.5.2 Fases y duración del Plan de Vigilancia Ambiental 48
VI.2.5.3 Plazos y documentación necesaria a presentar para informar sobre los resultados obtenidos durante las labores de vigilancia ambiental propuestas 48
Previo a la fase de obras: 48
Durante las fases de obras: 48
Durante la fase de funcionamiento: 49

Capítulo VI

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación se buscan moderar, restituir o disminuir el efecto negativo de las obras realizadas por la construcción del proyecto; por lo que estas medidas se refieren a lo siguiente:

- Prevención. - Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- Mitigación. - Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la inicial.
- Compensación. - Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- Control. - Su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Hay que recordar que la construcción del proyecto (carretera tipo D) afectará 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, para alcanzar las especificaciones técnicas de 6.0 metros de calzada, 7.0 metros de corona y 0.50 metros de acotamientos. La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos; las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias no obstante las medidas de mitigación son de gran importancia para tratar de minimizar los impactos producidos por las acciones que propicien los impactos más significativos. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

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

Como se mencionó en el capítulo V, el proyecto se compone de varias etapas: preliminar, preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento; en este sentido, este capítulo describe las medidas para minimizar los impactos al ambiente que provoque el proyecto. La construcción del camino afectará el sistema ambiental regional, que se compone de diferentes factores que no pueden ser aislados como tal ya que forman parte de un complejo sistema ecológico compuesto por factores biológicos, físicos y sociales, por lo que las medidas de prevención y mitigación trataran de satisfacer en su totalidad los impactos causados por la realización del proyecto.

VI.1.1 Liberación del derecho de vía

Antes de realizar un proyecto de esta magnitud tener la certeza de que no existirá descontento por los propietarios de los terrenos afectados, por lo que se realizó una consulta con las autoridades municipales y ejidales de Chemax y Chechmil, por lo que, se pone de manifiesto que los habitantes de las localidades involucradas en la trayectoria del proyecto consideran como un factor prioritario la modernización de este camino, ya que contaran con una vía de comunicación que facilitara e impulsará el comercio y transporte de personas, activando de esta forma la economía de la región, además de que este proyecto le brindará empleo de manera temporal.

VI.1.2 Autorización en Materia de Impacto Ambiental

Este estudio corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional, por lo cual se llevaron a cabo una serie de trabajos de campo y gabinete, para obtener la información necesaria para la integración técnica del documento para su respectiva evaluación y posterior autorización, y así dar cumplimiento a todos los reglamentos y leyes establecidas para la zona del proyecto en cuestión ambiental.



Figura VI.1 Recolección de datos para la elaboración de la MIA-R.

VI.1.3 Preparación ambiental del personal

Con estas acciones se pretende hacer conciencia de la importancia de mantener las condiciones ambientales en buen estado, promoviendo un desarrollo del proyecto socialmente aceptable y ecológicamente viable.

Los mecanismos para la comunicación de los procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

1. Lograr acuerdos con el encargado de la obra, residente de obra, supervisor o responsable de la modernización del proyecto y prestadores de servicios, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.

2. Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la realización de las medidas de prevención y conservación ambiental (particularmente en las acciones de reforestación y acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre).
3. Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesario de por lo menos una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como herreros, carpinteros, soldadores, etc., y en atención a la actividad que desarrollan dentro de la obra.
4. Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
5. Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes procedimientos de acuerdo al nivel de conocimiento de los involucrados.
6. Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada programa, por parte de los involucrados.
7. Distribuir material impreso (folletos, trípticos carteles, catalogo ilustrado de las especies que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
8. Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizaran para la comunicación de los planes (listas de asistencias, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.)
9. Se recomienda la contratación de un especialista en fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de construcción del camino), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevara a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
10. Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el No cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
11. Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.



Figura VI.2 Equipo de Supervisión Ambiental aplicando la concientización y sensibilización al personal de obra.

VI.1.4 Etapa de preparación del sitio y construcción

En esta etapa se presentan los impactos ambientales más significativos por lo que se proponen las siguientes medidas de mitigación.

VI.1.4.1 Prevención

1. La empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores antes de iniciar la obra. Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan alguna importancia regional (mediante folletos informativos), y que por lo mismo deban ser protegidas.



Figura VI.3 Ejemplo de carteles informativos en inmediaciones de un proyecto similar.

2. La empresa constructora deberá realizar un reglamento de comportamiento ecológico, que regule las actividades del personal e incluya sanciones y medidas de auto-regulación, con las que se asegure su cumplimiento.

3. Se debe planear y prever adecuadamente el manejo de residuos sólidos (urbanos y de construcción), líquido y peligroso, el manejo de combustibles y planes de contingencia, ya que, de no ser así, se ocasionan importantes impactos en suelo, agua, vegetación, fauna y el bienestar social. Por ello se debe elaborar un Plan de Manejo de Residuos para toda la obra.

4. La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto obedece a las necesidades de proximidad y acceso que tiene la obra. No obstante, la empresa contratista debe cumplir además con ciertos criterios ambientales para seleccionar los sitios de ubicación de estas instalaciones:

    - Se deben elegir prioritariamente sitios ya perturbados, desmontados, compactados.
    - Los sitios deben localizarse por lo menos a 100 m de cuerpos de agua perennes.
    - Verificar con el CENAPRED las condiciones de riesgo en los sitios elegidos, particularmente ante la incidencia de tormentas y fuertes crecientes.
    - Seleccionar en lo posible sitios que cuenten con instalaciones de servicios de gas, luz, drenaje y agua potable. En este sentido se pone de manifiesto que este proyecto se ubica en una zona totalmente urbana en donde podrán abastecerse de los servicios básicos, como son gas, luz, hospedaje, etc.

5. Es preferible evitar la instalación de campamentos y se deberá procurar el aprovechamiento de la infraestructura urbana de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que esta cuenta con los servicios básicos que requiere la obra. Por otra parte, se hace mención de que la empresa constructora deberá emplear en su mayoría a gente de las localidades cercanas con la finalidad de que los trabajadores puedan trasladarse de la obra a sus hogares reduciendo el número de empleados que requieran hospedaje en los campamentos. De ser el caso, la selección del sitio para campamentos se debe dar preferencia a lugares perturbados como áreas agrícolas o pecuarias.

    Los campamentos deberán ser construidos con panel aislado para asegurar un carácter temporal, con pisos de concreto e instalaciones sanitarias adecuadas, preferentemente conectados a la red de drenaje municipal. De no ser posible, se deben incluir sanitarios portátiles en número suficiente (no menos de 2 sanitario por

cada 20 trabajadores) con servicio periódico de mantenimiento por parte del proveedor. Deberán de abastecer de agua a partir de la red municipal o en caso de no ser posible la conexión, a través de pipas y su almacenamiento en tinacos. Para ello deben de contar con la autorización del municipio o en su caso de las delegaciones correspondientes.

Se deberá evitar la proliferación de puestos de vendedores ambulantes en las inmediaciones del campamento ya que éste deberá tener su servicio de comedor con controles de higiene apropiados. El servicio de comedor debe de prever los alimentos en las horas fijadas a los frentes de trabajo. Los campamentos deberán tener su zona de regaderas y área para baño de los trabajadores, con pisos de concreto y drenaje conectado a la red municipal o a fosas de desecación. Se deberá vigilar que solamente sean aguas grises las que se viertan en estas fosas.

6. Los almacenes de herramientas y equipo deben ser construidos en sitios previamente perturbados, con materiales provisionales como madera o lámina, con firme de concreto. Con señalamientos y disposición ordenada del equipo y material. Con accesos libres de obstrucción y ventilación apropiada. Los equipos deben colocarse de forma clasificada y con un administrador del almacén fijo.
7. Las oficinas centrales se deberán ubicar en zonas pobladas y con instalaciones sanitarias, electrificación y agua potable adecuadas. Las oficinas o casetas de campo deberán construirse con materiales temporales como panel aislante con pisos de concreto que posteriormente sea removido. De ser factible será preferente el uso de casas rodantes conectados a las redes de electrificación y servicio sanitario y de agua potable municipales, o cisternas y plantas generadoras.

   Se deben seleccionar sitios perturbados con escasa vegetación en los que se pueda conformar el terreno para nivelarlo. La caseta de vigilancia deberá ser de panel aislado para poder removerla al final de la obra.

VI.1.4.2 Mitigación

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos para el permiso del depósito de basura en el Reglamento Municipal para el Servicio Público de Limpieza, Manejo de los Residuos Sólidos No peligrosos y Sanidad del municipio de Halachó, dependiendo de la ubicación del frente de obra.

Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.



Figura VI.4 Contenedores de residuos en obras similares.

Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emita para el efecto las autoridades correspondientes.

Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte a un sitio determinado de acopio, de donde serán recolectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.



Figura VI.5 Ejemplo de la recolección de residuos.

Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de

residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos. Además, presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

Asimismo, deberá elaborarse para su autorización y ejecución un programa de manejo de residuos peligrosos y tóxicos. Estos Programas deberán considerar como mínimo el manejo y maniobra de estos residuos al realizar labores de carga de combustible y reparación mecánica. Su recolección temporal y su almacenamiento en sitio de confinamiento. Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos o en su defecto contar con las autorizaciones correspondientes por las delegaciones o municipios involucrados.

La empresa constructora deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios).

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

El manejo de aguas residuales requiere en la construcción de instalaciones provisionales de infraestructura sanitaria. Por ello la ubicación de los sitios deberá considerar espacios en zonas pobladas, en donde se brinden este tipo de servicios. No obstante, ello no será posible en todos los sitios, por lo que, en caso de no existir posibilidades de conexión a la red sanitaria municipal, se deberá dotar a las instalaciones provisionales, con servicios sanitarios portátiles.

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la

colocación de por lo menos 2 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador de servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.

Para la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio franquicias PEMEX en los centros urbanos más próximos.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta) siempre que cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de combustible y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con atención dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones.

En caso de abastecimiento de combustibles in situ, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental.

Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias.

En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y se deberán seguir las indicaciones señaladas en la Normatividad Oficial correspondiente.

En lo referente a la construcción de instalaciones provisionales para almacenamiento de combustibles, éstas deberán seguir las normas establecidas por PEMEX en función del volumen por almacenar. Dentro del almacén de combustibles, los contenedores deben estar claramente rotulados y cerrados. El piso con un firme de concreto y barreras de contención en caso de derrames. Se deberá contar con aditamentos para control de incendios, tales como palas, baldes, extintores y arena, entre otros.

El manejo, trasporte, control y disposición final de los residuos contaminantes se deberá realizar conforme al reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y normas oficiales mexicanas.

Se deberán contemplar en un Plan de seguridad e higiene, las medidas a realizar ante un accidente. En cuanto a la seguridad y atención a emergencias del personal, en los frentes de trabajo e instalaciones deberá existir un botiquín de primeros auxilios con un manual y personal capacitado en la aplicación de éstos. Se deberá tener ubicado el hospital o centro de salud más cercano y forma de contacto o comunicación con algún vehículo disponible para transporte en caso de accidente. Todos los trabajadores deberán portar chalecos distintivos y membretes de identificación, así como equipo de seguridad y ropa adecuada al tipo de trabajo. Si el trabajador no tiene los medios para proveerse de ésta, la contratista deberá suministrarla.

Equipo de Protección Personal			
Región Anatómica	Equipo de Protección	Región Anatómica	Equipo de Protección
Cabeza	 Casco contra impacto	Aparato Respiratorio	 Respirador contra partículas desechable
Ojos	 Lentes de seguridad	Cara	 Careta para soldadura
Manos	 Guantes para carga, uso eléctrico y químicos	Pies	 Botas de Seguridad
Oído	 Tapones Auditivos	Otros	 Arnés de Seguridad (alturas)

Figura VI.6 Equipo de protección para el personal de la obra.

Para evitar la propagación de enfermedades contagiosas, una medida de mitigación es el control de servicios para el personal. En donde la contratista deberá tener control y supervisión de los alimentos que ingiera el personal. Para ello, la empresa podrá proveer de este servicio de forma directa, o bien se puede recurrir a la contratación de algún servicio de apoyo local, con instalaciones limpias y comida preparada bajo condiciones higiénicas. Este servicio deberá además contemplar el suministro de alimentos y agua a los frentes de trabajo en las horas de descanso de los trabajadores, y la recolección de los residuos generados por su ingesta.

La contratación de servicios de comedor de instalaciones locales, además traerá beneficios económicos por el tiempo que duren las obras, y forma parte de la aceptación social del

proyecto. Sea cual fuere la opción optada por la empresa contratista, ésta deberá asegurarse de que las instalaciones de comedor establecidas sean removidas en su totalidad al finalizar la construcción del proyecto, y que los sitios sean descompactados y restaurados con una cobertura vegetal como se indica en otras medidas más adelante.

En cuanto a la mitigación de los impactos ambientales se pone de manifiesto que los impactos más significativos son sobre los factores biológicos, entre los cuales se encuentran la vegetación y fauna. Sin embargo, hay que recordar que en la zona del proyecto hay un camino de terracería existente por lo que su modernización a una carretera tipo D continuará con la transformación del paisaje. Más sin en cambio se tomarán en cuenta las medidas correspondientes para que el impacto al ambiente sea el mínimo.

VI.1.4.3 Restauración

Una vez concluido el uso provisional del sitio para el emplazamiento de oficinas, almacenes, patios de maquinarias, campamentos y corredores (en zonas perturbadas, sin vegetación como áreas agrícolas), deberán aplicar medidas de restauración consistentes en la descompactación, y se deberá de reforestar el lugar con especies nativas. No obstante, la vegetación reforestada no será igual a la existente al inicio, lo que implicara un impacto residual en el paisaje y la vegetación; impacto que eventualmente se irá reduciendo al ocurrir la colonización y restauración de una comunidad secundaria que cada vez incluya un mayor número de especies de la comunidad existente a lo largo del tiempo (proceso de sucesión natural de especies en comunidades).

VI.1.4.4 Compensación

Se realizará la reforestación de zonas aledañas al sitio, que se encuentren susceptibles a degradación, además de realizar una restauración ecológica al lado de la carretera que se modernizará. Se recomienda implementar un proyecto de rehabilitación de la vegetación, que incluya la reforestación con especies nativas de la región y que este enfocado en recuperar algunas de las funciones del ecosistema, como mejorar las condiciones del suelo y recuperar parte de la diversidad que originalmente había en la región. La reforestación con especies arbóreas y arbustivas con adaptaciones a condiciones de perturbación es una alternativa viable para rehabilitar zonas perturbadas, ya que con el tiempo la biomasa que producen estas especies permitirá la recuperación de la fertilidad del suelo, generando un microclima similar al original y restablecerán al menos parte de la flora y fauna de la región.

Las especies que se utilicen en el proyecto de rehabilitación deberán presentar las siguientes características:

1. Fácil propagación.
2. Resistir condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía y suelos compactados.

3. Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica, de preferencia la hojarasca debe tener una alta relación C/N.
4. No debe propagarse excesivamente ni incontrolablemente como las malezas.
5. Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas para mejorar la fertilidad de los suelos perturbados.
6. Que favorezcan el restablecimiento de la flora y fauna nativa proporcionándoles un hábitat y alimento.

Las plantas requeridas para el proyecto de rehabilitación se pueden propagar en un vivero cercano al área de modernización del proyecto el empleo de un vivero para propagar especies nativas permite controlar el vigor y la calidad de las plantas, controlar y prevenir efectos nocivos de plagas y enfermedades, y facilitar los cuidados y las labores culturales. El desarrollo adecuado de plantas en vivero genera mayores posibilidades de supervivencia cuando son trasplantadas a su lugar definitivo. La propagación exitosa de especies nativas puede lograrse si se conocen las técnicas de propagación y el ciclo de vida de las especies, en particular, la época en que maduran la mayor cantidad de semillas, el porcentaje de germinación y los periodos de latencia y crecimiento (*Landis, 2001*). Utilizar el germoplasma local (semillas, esquejes, etc.) es relevante porque una misma especie puede distribuirse en ambientes muy heterogéneos generando variedades.



Figura VI.7 Las plantas propagadas a partir de semillas contribuyen a conservar la diversidad genética de una población.

Las especies que se recomiendan para reforestar en la zona de afectación del proyecto son las siguientes:

- *Bursera simaruba*
- *Casearia thamnia*
- *Lysiloma latisiliquum*

VI.1.4.5 Control

El control de las medidas de mitigación se realizará mediante un seguimiento de cada una de estas actividades propuestas en todo el transcurso de la obra. Dicho seguimiento de condicionantes será reportado a las autoridades correspondientes conforme a lo dispuesto por esa dependencia.

VI.1.5 Etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa las principales actividades generadoras de posibles impactos ambientales serán las realizadas durante las actividades de mantenimiento del cuerpo de la carretera, la señalización y limpieza del derecho de vía; por lo que estas actividades estarán guiadas por el manual de conservación de carreteras de la SCT. Por lo que la empresa encargada de dichas actividades tendrá que cumplir con las siguientes actividades

- La empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores de las actividades de operación y mantenimiento. Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan alguna importancia regional (mediante folletos informativos), y que por lo mismo deban ser protegidas.
- La empresa constructora deberá realizar un reglamento de comportamiento ecológico, que regule las actividades del personal e incluya sanciones y medidas de auto-regulación, con las que se asegure su cumplimiento.
- Se debe planear y prever adecuadamente el manejo de residuos sólidos, líquido y peligroso, el manejo de combustibles y planes de contingencia, para evitar afectaciones ambientales a la vegetación circundante a la vía de comunicación.

Cabe mencionar, que para las diversas etapas del proyecto se proponen las mejores acciones de prevención, mitigación y compensación, con el objetivo de no alterar la estructura natural del sistema ambiental regional del proyecto.

Las estrategias de prevención y mitigación que a continuación se describen se enfocarán en preservar la diversidad biológica y ecológica de la zona, por lo que su adecuada implementación conservará la naturalidad del ecosistema. Las estrategias de prevención y mitigación son las siguientes;

- Acciones de rescate y reubicación de fauna
- Acciones de rescate y reubicación de flora
- Acciones de reforestación
- Pasos de fauna
- Plan de restauración integral

- Plan de vigilancia ambiental

VI.2 Acciones de prevención, mitigación y compensación específicas.

VI.2.1 Acciones de rescate y reubicación de fauna

Las afectaciones a superficies con cobertura vegetal por el desarrollo de proyectos, eliminan lo que se conoce como "hábitat" de fauna silvestre, esto puede tener consecuencias adversas, ya que el hábitat sirve de refugio y provee de alimento a la fauna que ahí se desarrolla. Las especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles y mamíferos pequeños) son los más vulnerables al paso de vehículos y maquinaria, al estar limitados en su movilidad.

VI.2.1.1 Alcances

Se buscan con las acciones de protección y conservación de fauna silvestre son la sobrevivencia y adaptación del mayor número de especies faunísticas presentes en el área del proyecto, con la intención de compensar el desequilibrio ecológico generado por las acciones o actividades ya establecidas en la construcción del camino, evitando la fragmentación y aislamiento de las comunidades faunísticas, así como evitar afectar la presencia dentro del SAR, AI y en las cercanías del proyecto de las especies de fauna silvestre encontradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VI.2.1.2 Objetivos

Establecer acciones de rescate, reubicación, protección y conservación de especies faunísticas que se pudieran encontrar en el área del proyecto antes y durante de la construcción del camino.

- Rescatar y reubicar a la fauna presente en el área del proyecto.
- Asegurar la supervivencia de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontradas en la trayectoria del proyecto. *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A).
- Conservar la diversidad faunística que se presenta antes del inicio del proyecto.

VI.2.1.3 Fauna susceptible a ser rescatada y reubicada

La fragmentación del hábitat y el consecuente aislamiento de poblaciones es el impacto más significativo, ya que el efecto barrera y el efecto de borde afectan la disponibilidad de alimento y el potencial reproductivo de las especies lo que puede representar un riesgo para las especies en estado de amenaza.

Las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre se encuentra enfocado a todas las especies de fauna silvestre que se llegasen a encontrar durante la etapa de preparación del sitio y construcción, pero poniendo principal énfasis en las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Ctenosaura similis* (A), *Iguana iguana* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A) por lo cual esta especie pudieran desplazarse a la zona del proyecto.

VI.2.1.4 Metodología de rescate y reubicación

En las acciones previas al inicio de la obra la empresa constructora deberá contar con la colaboración de una brigada especialista en fauna para que realice acciones de reubicación o en su caso, la captura cuidadosa y reubicación de organismos que pudieran presentarse en los frentes de obra; esto obedece a que cabe la posibilidad de encontrar especies que pueden tornarse peligrosas para los trabajadores de la obra.

Durante la construcción de una infraestructura carretera como la que nos ocupa, se ocasionan daños al hábitat de la fauna, sin embargo, dentro de los principales impactos ocasionados en esta etapa, está la mortandad y tráfico de individuos por personal de la construcción, por tal motivo, se deberá llevarse a cabo las acciones de concientización ambiental y poner un énfasis particular a las acciones de conservación y protección de fauna silvestre al personal de la obra, principalmente las consideradas como peligrosas. Este curso deberá realizarse de manera periódica, ya que con frecuencia el personal en este tipo de obras va cambiando. Tanto en el reglamento como en el curso, deberá quedar claro la prohibición de captura y tráfico de especies, y no se deberá molestar a la fauna a menos que sea para ahuyentarla.

En estas acciones se debe señalar que se deberán poner en marchas dos fases: (1) Antes del inicio de la obra y (2) Durante el desarrollo de la obra.

- Rescate y reubicación. Estas acciones se desarrollarán un mes antes del inicio del proyecto y tendrán como objetivo rescatar y reubicar a la fauna silvestre que se encuentre dentro del área del proyecto.
- Ahuyentamiento. Estas acciones se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción y tendrán como objetivo ahuyentar a la fauna que llegase a encontrarse en la zona del proyecto en el momento del desarrollo de los trabajos de modernización.

Se conoce que las medidas preventivas como el ahuyentamiento y reubicación de fauna, son las más eficaces y económicas para evitar afectaciones significativas a las poblaciones del sitio. Los estudios realizados sobre carreteras y fauna (Muller y Mognetti 1991), mencionan que la utilización de técnicas adecuadas para ahuyentar fauna en determinadas zonas por la apertura de nuevas obras reduce de manera significativa la muerte de muchos organismos.

El Ahuyentamiento será una medida de tipo preventiva y se desarrollará a lo largo del trazo del proyecto, se desarrollará en la etapa de la preparación del sitio, empezando un mes antes de iniciar el desmonte. Con estas acciones se mitigará el impacto de pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y afectaciones asociadas sobre la fauna silvestre. El objetivo principal es evitar que se afecte o dañe a la fauna silvestre que este habitando en el área, durante las obras de preparación y construcción del trazo.

Los métodos de ahuyentamiento eficientes provocan las siguientes reacciones en la fauna silvestre:

- Estado de alerta.
- Interrupción de la alimentación (debido al estado de alerta)
- Huida de la zona del proyecto
- Mantenimiento de una distancia prudente de la zona del proyecto

Las acciones específicas para el ahuyentamiento de la fauna silvestre serán:

1. Encendido de la maquinaria 30 minutos antes del inicio de los trabajos
2. Recorrido 1 hora antes por una brigada especializada en manejo de fauna silvestre para en su caso realizar las acciones de rescate y reubicación en la zona del proyecto para ahuyentar y/o reubicar a la fauna encontrada en el sitio.

Las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre se desarrollarán un mes antes del inicio de la obra y se desarrollarán sobre el área del proyecto, poniendo énfasis en las zonas de remoción de vegetación forestal, por lo cual la brigada especializada en fauna silvestre realizará recorridos sistemáticos en dichas áreas por medio de un barrido de la zona, para realizar ya sea el ahuyentamiento y/o rescate y reubicación de la fauna que se llegase a encontrar en la zona.

Anfibios y reptiles

Los reptiles son organismos que presentan limitados parámetros de distribución, muchos se limitan a unos cuantos metros de sus zonas de resguardo (lagartijas y algunas serpientes), otras tantas se encuentran en una búsqueda constante de alimento, lo que provoca que se alejen paulatinamente. La colecta y reubicación se ejecutará en dos periodos; el primero entre las 9:00 - 12:00 horas y el segundo entre 15:00 – 18:30 horas. Se dispondrán de una brigada que avanzará conforme al eje del proyecto, los integrantes de la brigada se distribuirán de tal manera que cada integrante pueda recorrer una distancia de 500 m largo x 10 m de ancho con ello se cubrirá una superficie de 5 000 m^2.

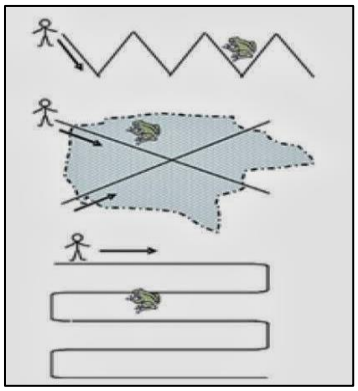


Figura VI.8 Técnica de recorrido en transectos.

Los integrantes de la brigada removerán vegetación y rocas con ayuda del gancho herpetológico, se buscará entre las hierbas y agujeros; en el caso de encontrar una serpiente se fotografiará y colocará dentro del saco de manta con la leyenda que diga “peligro animal venenoso”. Para el caso de los lagartos, lagartijas, iguanas, etc., se procurará no quitarles la cola, se tiene que tener en cuenta que estos animales se refugian entre piedras y troncos, por lo que su remoción se realizará cuidado. Se anotará en libreta de campo la referencia geográfica, fecha y hora. Si el biólogo puede realizar la identificación en campo de la especie lo anotará en su libreta, si no, lo intentará después con la ayuda de fotografías.



Figura VI.9 Búsqueda de anfibios y reptiles en la zona del proyecto.

Mamíferos

Para la captura y posterior reubicación de mamíferos, se utilizarán trampas tipo Tomahawk y Sherman, estas trampas permiten capturar al animal sin lastimarlo, el estrés que genera es solo al momento de la captura y en la liberación.

Para el traslado y reubicación de las especies se contará con sacos de tela, que se utilizarán para especies de talla pequeña como ratones y ardillas. En el caso de especies medianas como tlacuaches, mapaches, zorros, etc.; se transportarán en la trampa. Los periodos de reubicación se llevarán a cabo antes de las 8:00 am. Los individuos se retirarán de la trampa con mucho cuidado, para evitar dañarlos.

Las trampas Sherman, están diseñadas para la captura de mamíferos de talla pequeña (ratones, ardillas, etc.); estas evitan dañar a los especímenes colectados, debido a los mecanismos de acción que contienen. Para la colecta y posterior reubicación se utilizarán 20 trampas por sitio de muestreo y se cebarán con avena y vainilla, se colocarán antes del crepúsculo y se recogerán antes del amanecer del día siguiente, se dispondrán de la siguiente manera:

- Se colocarán 2 trampas sobre el eje del proyecto, intercalando una trampa Sherman y una Tomahawk cada 50 m cubriendo una superficie de 500 m lineales.

Los individuos colectados serán transportados en sacos de tela o manta, con la finalidad de evitar que se asfixien. Serán fotografiados, georreferenciados, identificados (si es posible) y trasladados a 1 km del sitio donde se les encontró, para su liberación.



Figura VI.10 Ejemplo de la colocación de trampas Tomahawk.

Las trampas Tomahawk están diseñadas para la captura de animales de talla mediana, como los tejones, armadillos, tlacuaches, zorros, mapaches, etc. Su mecanismo con dos entradas impide que el animal sufra algún daño al momento de su captura. Además, la manipulación evita que los organismos sean lesionados al momento de su liberación. De estas trampas existen diferentes tamaños, la más apropiada es la de 36” de largo x 11” de ancho. Estas trampas serán cebadas con sardina o atún y se colocarán antes del crepúsculo y se recogerán antes del amanecer. Se dispondrán de la siguiente manera:

Se toma en cuenta que muchos de los mamíferos medianos necesitan amplios terrenos para su distribución. En el caso de los mamíferos de talla mediana (tlacuaches, armadillo y mapaches) su reubicación estará orientada a los sitios menos perturbados al original, debido a que necesitan amplios terrenos para su desarrollo, y la búsqueda constante de alimento puede orillarlos a regresar a los sitios cercanos entorno al trazo.

Se debe enfatizar que la liberación de estos organismos estará dada en las características biológicas de los animales colectados, es decir;

a) Que por sus hábitos alimenticios (carnívoros, omnívoros y herbívoros) pueda influenciar en la dinámica de las comunidades presentes.

b) Que los niveles de reproducción que presenten puedan causar el desplazamiento de otras especies, por lo tanto:

c) La liberación de carnívoros (Tlacuaches, Mapaches, Zorrillos, Armadillos, etc.) se hará cada 500 m del sitio elegido (1 Individuo/sitio); con la finalidad de reducir la competencia interespecífica, y el estrés que se ejercería sobre el resto de las comunidades presentes.

d) La liberación de individuos de talla pequeña (ratones, ardillas, etc.) podrá ser en zonas donde se desarrollan actividades agrícolas o zonas donde la perturbación es moderada, ya que estos presentan fácil adaptación y su distribución es limitada, por lo que no necesitan amplios terrenos. Podrán ser liberados hasta dos individuos por sitio (se recomienda que sean de la misma especie), cada sitio deberá estar mínimo a 150 m uno del otro.



Figura VI.11 Ejemplo de rescate y reubicación de fauna Silvestre.

Aves

Las aves son un grupo muy sensible a la presencia de agentes externos a su entorno, por lo que para este grupo solo bastará con el encendido de la maquinaria 30 minutos antes del inicio de los trabajos para que esta sea ahuyentada de la zona del proyecto.



Figura VI.12 Ejempo de ahuyentamiento de aves en obras similares.

VI.2.1.5 Sitio propuesto para la reubicación de ejemplares capturados

El sitio seleccionado para la reubicación de la fauna silvestre del área del proyecto cuenta con las características ecológicas adecuadas para la reinserción de las especies que llegase a encontrar en la trayectoria del camino cuando se lleven a cabo la modernización, además presenta condiciones similares a las del área del proyecto (vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia) y alejado de áreas urbanas y agropecuarias, es importante señalar,

que esta zona se encuentra dentro del SAR; dicha zona se encuentra a 3.0 km del área del proyecto.

Tabla VI.1 Coordenadas de ubicación del sitio de reubicación de fauna silvestre.

Coordenadas UTM del sitio de reubicación de fauna			
Zona	X	Y	Tipo de vegetación
16 Q	416988	2300611	Vs/selva mediana subcaducifolia

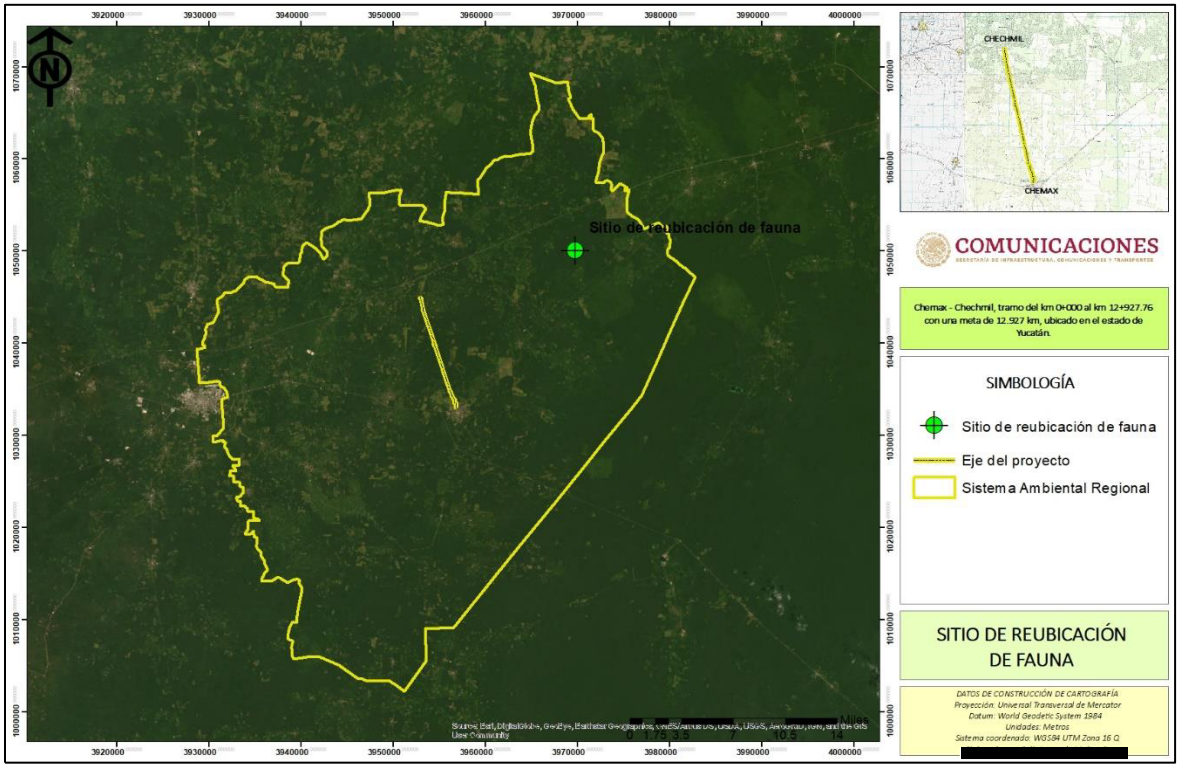


Figura VI.13 Sitio de reubicación de fauna silvestre.

VI.2.2 Acciones de rescate y reubicación de flora

Las acciones de rescate, protección y conservación de flora están encaminados a mitigar los impactos ambientales que se presentan durante la realización de proyectos como el que se describe a continuación; esto se hace como una medida de conservación sobre las comunidades, poblaciones y/o individuos de flora que se verán afectados por la construcción del proyecto.

VI.2.2.1 Objetivos

Se pretende disminuir y compensar las afectaciones derivadas de la construcción del proyecto a través de acciones de protección, rescate y conservación de la flora silvestre susceptible de afectación por la construcción del proyecto.

- Identificar aquellos sitios que cuenten con presencia de flora a ser removida.

- Describir las técnicas más apropiadas para el rescate y restablecimiento de las especies.

- Rescatar y reubicar a las especies florísticas, poniendo especial atención a las especies de flora que, de acuerdo con el estudio realizado se encuentren clasificadas dentro de alguna categoría de riesgo.

- Rescatar y reubicar, en medida de lo posible, aquellas especies que habitan el sitio que será alterado por las actividades de construcción que prevé el proyecto.

VI.2.2.2 Flora susceptible a ser rescatada y reubicada

De acuerdo al listado de vegetación presentado en el capítulo IV de esta MIA-R, las especies primordiales para las actividades de rescate y reubicación son las que se encuentran enlistas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se propone a la especie *Cedrela odorata* (Pr) que se encuentra dentro de la categoría de protección especial de acuerdo a la NOM – 059 – SEMARNAT – 2010, por lo que las plántulas de esta especie deberá ser rescatada y reubicada posteriormente en el sitio de reforestación; las plántulas de *Cedrela odorata* tendrán que cubrir ciertas características para ser consideradas dentro del rescate y reubicación, tales como;

1. Diámetro basal no mayor a 3 cm.
2. Altura no mayor a 0.60 metros.
3. Buen estado fitosanitario.

Tabla VI.2 Especies propuestas para ser rescatadas y reubicadas.

Estrato	Especie de flora	Individuos a rescatar y reubicar
Arbóreo	*Cedrela odorata*	97

VI.2.2.3 Metodología de rescate y reubicación

El rescate de los individuos estará a cargo de biólogos, ingenieros ambientales, ingenieros agrónomos o ingenieros forestales. También se deberá contratar a personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto. El personal que se encargará de las actividades de rescate portará una identificación que avale los trabajos a realizar, así como su hoja de comisión de la empresa que los contrató para prestar sus servicios.

A continuación, se presentan los procedimientos a realizar en el terreno, los criterios y fundamentos que respaldan las distintas etapas del desarrollo del presente programa de rescate de flora.

VI.2.2.4 Recorridos de búsqueda

Previo al inicio de la actividad de rescate, se instalarán marcas visibles en los límites del área del Proyecto, para que el personal visualice fácilmente los límites de las zonas de rescate, evitando así extraer individuos que no serán perjudicados por las obras del proyecto y, por el contrario, poder identificar todas aquellas que sí serán afectadas.

Cada brigada se distribuirá a lo ancho del área de ceros del proyecto, y de manera ordenada recorrerán los sitios que serán impactados por el proyecto. Para asegurar el rescate total de los individuos de las especies enlistadas, se asignará a cada trabajador una línea específica de búsqueda a lo largo del sitio donde se realizará el Proyecto, asegurándose de recorrer, localizar y rescatar los individuos programados.

VI.2.2.5 Registro de datos

Antes de iniciar con la extracción de individuos en la superficie del proyecto, se registrarán datos referentes a sus características ecológicas rescate para que sirvan de referencia en la elección del micrositio donde serán trasplantadas durante la etapa de reubicación. De cada individuo rescatado se registrarán datos como nombre de la especie, daños y/o enfermedades presentes, y su exposición con respecto al sol, esto con el fin de saber sus condiciones de desarrollo y la manera en que prosperan dichas especies en cada tramo de distribución. Lo cual resulta de vital importancia para evitar efectos negativos del ambiente sobre el adecuado desarrollo de la planta; ya que de no hacerlo la planta podría llegar a morir. Los datos registrados durante la etapa de extracción serán compilados en una bitácora de campo.

VI.2.2.6 Extracción de plántulas

Las especies listadas para ser rescatada son principalmente árboles, arbustos y epífitas por lo que se seguirá el siguiente procedimiento:

a) Se seleccionarán principalmente individuos sanos, a los cuales se les colocará una cinta fosforescente con el nudo del listón dirigido hacia la exposición norte de la planta, procurando mantener esta orientación al momento de la reubicación, esto facilitará su restablecimiento; ya que los diferentes lados de la planta están adecuados a recibir distintas cantidades de luz, si la orientación original de la planta no se mantiene, ésta podría sufrir quemaduras.
b) En el caso de los árboles serán extraídos por el método de “Banqueo”, el cual consiste en hacer una zanja alrededor del árbol con el fin de formar un cepellón, que es una masa formada por las raíces del árbol y el suelo. El diámetro del cepellón deberá ser 10 veces el diámetro del tronco del árbol, medido 30 cm arriba del cuello de la raíz. Por otro lado, la profundidad será 1/3 de la altura total del individuo. Los cortes del suelo deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con cortes

limpios (tijeras de poda). Posteriormente, el cepellón puede ser cortado por debajo con una cierra de cadena manual para corte de madera.

El cepellón debe ser protegido para evitar daños por roturas o desecación; esto puede hacerse de dos maneras: por la técnica de arpillado, la cual consiste en envolver el cepellón con un material como la arpilla o la tela de costal natural o sintética y amarrarlo en forma de tambor, con cuerdas de henequén. La otra opción es introducir el cepellón en una bolsa de polietileno y amarrarla por arriba del cuello de la raíz.

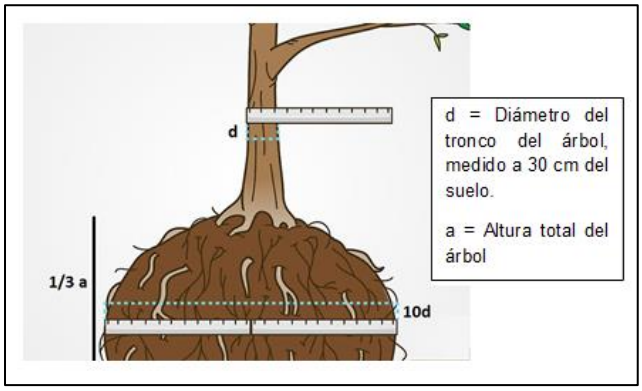


Figura VI.14 Dimensiones del cepellón.

c) Para la extracción de arbustos y/o árboles pequeños se utilizará un procedimiento similar al banqueo, en primera instancia se recortará el perímetro alrededor de la planta que se desea mover, usando una pala afilada para cortar las raíces. El perímetro tendrá que cavarse dentro de la línea de goteo de la planta, de lo contrario, el cepellón será demasiado grande para manejarlo. La línea de goteo es el área del suelo directamente debajo del follaje. Una vez realizadas las acciones anteriores se extraerá el cepellón con ayuda de dos palas y se colocará en un arpilla o costal para proteger las raíces. Luego se podará el follaje y quitarán ramas enteras, esto es necesario para compensar un cepellón más pequeño, para que la planta no sufra estrés hídrico.

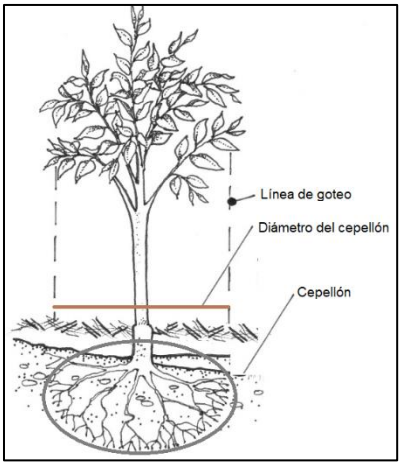


Figura VI.15 Extracción de arbustos y/o árboles pequeños.

d) La extracción de epífitas se realizará 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 priorizará el rescate de ejemplares de epífitas juveniles y adultos, descartando aquellos en etapa de senescencia. Además, se descartarán ejemplares que presenten signos que pudieran interferir en su futuro desarrollo e impidieran su adaptación en los nuevos hospederos como signos de afección de enfermedades o plagas; y daño significativo durante la tala del hospedero.
e) De presentar estructuras reproductoras (flores y/o frutos) estos serán cortados con tijeras de podar ya en este momento no es recomendable que la planta gaste recursos en la formación de tales estructuras. Si el dosel es muy abundante se realizará una poda de reducción para facilitar los procesos de extracción, trasporte y reubicación.
f) Las partes aéreas deben ser amarradas con cuerdas o cubiertas con malla para evitar daños. Deberán colocarse etiquetas con la clave de identificación del ejemplar, encontrada en la base de datos.
g) En el caso de que algunos individuos no puedan ser extraídos, entonces se aplicará la técnica de “estacas”, la cual consiste en cortar las secciones distales de las ramas jóvenes de unos 20-30 cm de largo; el corte deberá hacerse justo debajo de un nudo. La colecta se realizará en las primeras hojas de la mañana. Posteriormente las estacas se colocarán en bolsas resellables con perlas de hidrogel o bien serán asperjadas con agua antes de guardarlas en la bolsa.

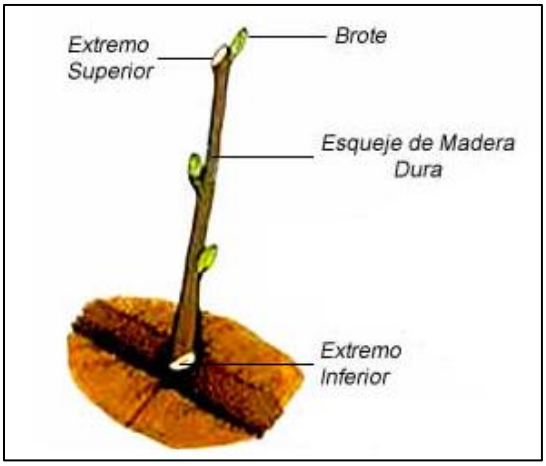


Figura VI.16 Esquema de una estaca para propagación vegetativa.

h) Previo al trasplante en la maceta, se podarán todas aquellas raíces que sufrieron algún daño durante la etapa de rescate. Es de suma importancia evitar en lo posible cortar o dañar las raíces principales en caso de que esta exista; ya que de esta raíz depende la principal fuente de abastecimiento de agua y nutrientes de la planta y por lo tanto también su sobrevivencia.

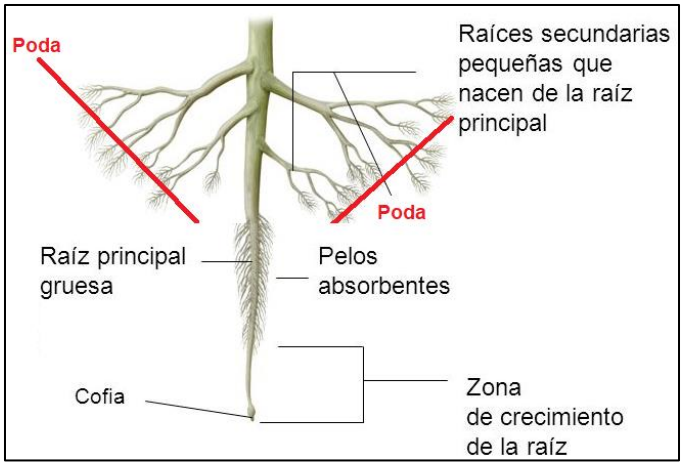


Figura VI.17 Esquema de raíz y su poda.

i) Posteriormente se lavarán y de preferencia, en caso de tener las sustancias adecuadas, se aplicará una mezcla de enraizador (Radix 1500) y fungicida (Captan) en relación 1:1. En caso de no contar con las sustancias mencionadas, simplemente se deberá permitir la aireación y cicatrización de las raíces en un espacio seco y bien ventilado, durante tres a cuatro días.

j) Una vez extraída la planta será trasplantará a una maceta de plástico de tamaño adecuado a las dimensiones de la planta. En caso de que no se tengan macetas a la mano se deberán colocar en bolsas de plástico negras para vivero, en bolsas de papel

estraza o en su defecto en papel periódico. Para el trasplante en macetas, se deberá de tomar de la misma tierra del sitio donde se obtuvo el ejemplar.

k) Para el traslado de las plantas al sitio de acopio se deberá tener precaución en colocar adecuadamente cada individuo en la carretilla o caja para evitar maltratarlos.

VI.2.2.6 Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento

Se deberá llevar el registro de todas las plantas que ingresen al sitio de acopio, con la información que se obtuvo del sitio donde originalmente se encontraba cada ejemplar. Es necesario mencionar, que se deberá contar estrictamente con vigilancia durante todo el tiempo que permanezca habilitado el sitio de acopio, con el fin de evitar el posible saqueo de especies que se encuentren en él, tanto de saqueadores como de la fauna. El mantenimiento de los organismos en las áreas elegidas para ello se realizará de la siguiente manera:

- El vivero deberá contar con las condiciones necesarias para el mantenimiento de los ejemplares.
- Se realizará una inspección cada semana por parte de personal especializado con el fin de verificar que los ejemplares se encuentren en buenas condiciones.
- La disposición de nutrientes (fertilizantes, abono, etc.) se realizará según sea necesario, esta medida será tomada por el residente ambiental.
- Al igual que el punto anterior el saneamiento de los organismos se realizará según las condiciones que se presenten, ya que si el organismo se encuentra en buenas condiciones no será necesario realizar ninguna actividad de saneamiento.
- El periodo y cantidad de riego del ejemplar será también decidido por el residente ambiental según las condiciones ambientales que se presenten y el lugar en donde se encuentren estos ejemplares.

El centro de acopio del material vegetal rescatado será resguardado para su posterior reubicación en el sitio de reforestación, cabe mencionar, que el centro de acopio o resguardo se ubicará dentro del polígono de reforestación propuesto, esto con el objetivo de causar el menor estrés a las especies de flora rescatadas, el centro de acopio tiene una superficie de 100 m^2, a continuación, se presentan los vértices que componen el polígono del centro de acopio.

Tabla VI.3 Vértices del centro de acopio.

Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400431	2295894
2	16 Q	400488	2295874
3	16 Q	400453	2295767
4	16 Q	400406	2295778

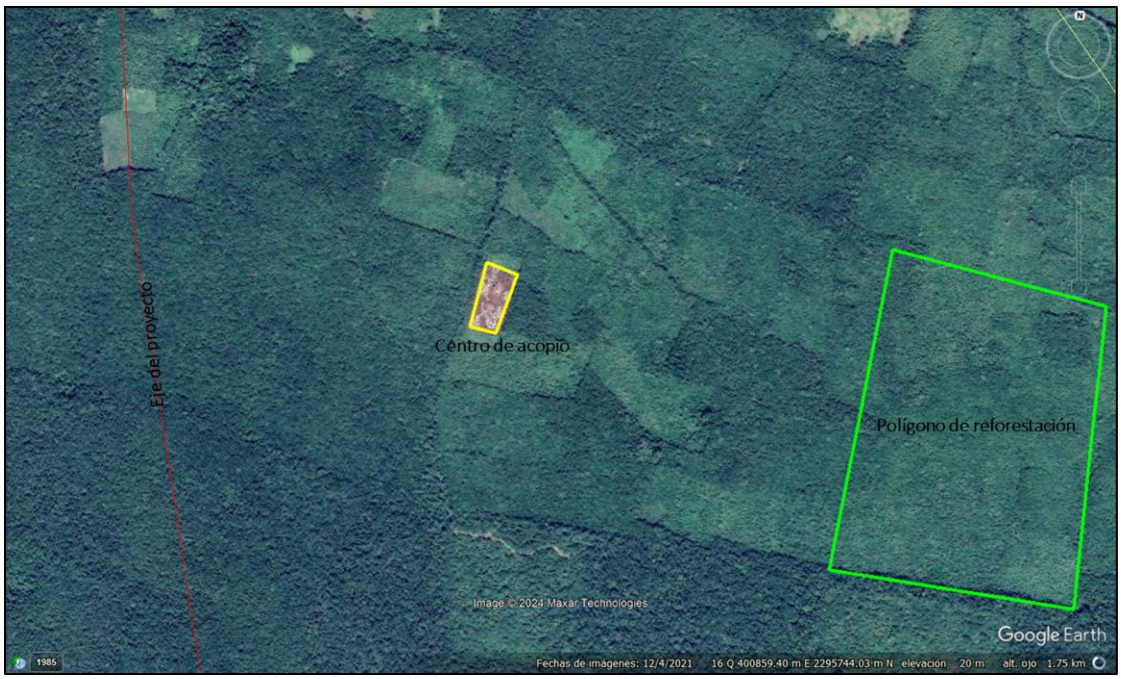


Figura VI.18 Vista del polígono de reforestación y centro de acopio del proyecto.

VI.2.2.7 Endurecimiento y transporte de los ejemplares

Previo al transporte y reubicación de los individuos, estos deben someterse a un proceso de "endurecimiento", en cual se reducen de manera paulatina la aplicación de riego, fertilizantes y sombra, hasta que estos se suspenden de manera definitiva. Dicho proceso dura aproximadamente un mes, y tiene como objetivo aclimatar a los individuos vegetales para que puedan sobrevivir o crecer bajo situaciones de estrés.

Una vez que los individuos superaron la etapa de cicatrización y endurecimiento se procederá con el transporte a las zonas de reubicación. El método de traslado de las especies rescatadas en campo, al vehículo automotor y de este al área de cicatrización, dependerá del tamaño de los individuos. El transporte de los individuos pequeños se realizará mediante el acomodo de las plantas en colotes y/o en carretillas, para evitar el maltrato de los ejemplares. Los individuos de porte grande se transportarán amarrándolos con un lazo grueso alrededor del tallo para evitar el menor daño posible a la planta, la cual será cargada por dos o más personas.

VI.2.2.8 Trasplante

El trasplante en campo se realiza una vez que la planta ha pasado por un periodo de cicatrización y enraizamiento, mismo que es variable dependiendo de la especie. Es de suma importancia que el restablecimiento de las plantas debe efectuarse de preferencia un poco antes de la temporada de lluvias, para proporcionar las condiciones naturales de humedad y evitar estrés y marchitamiento.

La preparación del suelo para el replante consistirá en hacer las cepas (hoyos abiertos en el suelo donde se planta el ejemplar) necesarias para el trasplante de los individuos rescatados, para ello se tomarán en cuenta las dimensiones del terreno. La cepa debe ser al menos un 30% mayor al tamaño del cepellón y tener un bordo de tierra compactada pendiente abajo, con el propósito de aumentar la capacidad de captación de agua de la cepa. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta. La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.
- Previamente debe removerse el contenedor del cepellón; ya que sí se deja puede provocar deformaciones radiculares irreversibles; ocasionando graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reubicación.
- Se debe sostener con una mano la planta y colocarse en posición vertical dentro de la cepa.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor del cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para evitar que existan espacios de aire entre la cepa y el cepellón se debe compactar la tierra que rodea a este último por medio del pisoteo. En caso de que la cantidad de tierra en el cepellón sea poca, entonces se debe compactar con la mano.
- Si es necesario se deberán colocaran tutores en la planta y se protegerá el área con cercas para evitar el paso de fauna y ganado.
- Finalmente, se registrará para cada organismo: las coordenadas UTM de lugar de la plantación y la fecha de trasplante; información que será integrada a una base de datos.

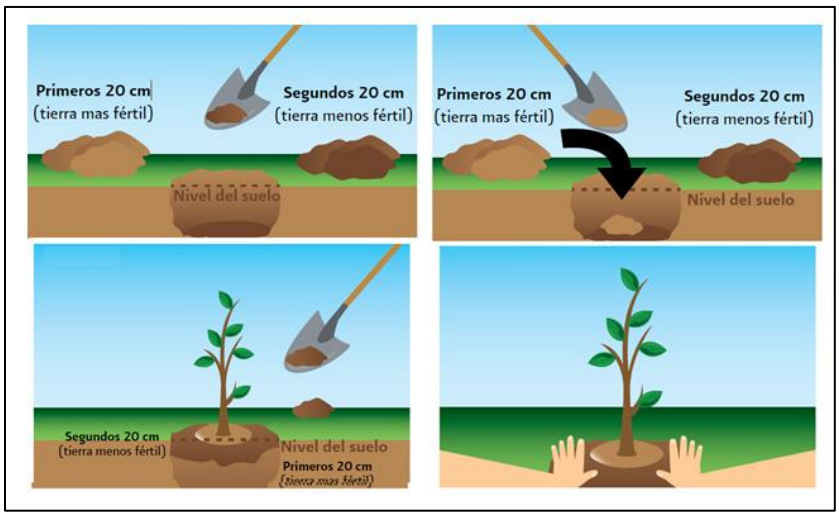


Figura VI.19 Esquema de apertura de cepa (CONAFOR, 2010).

VI.2.2.9 Albergue temporal y rehabilitación de especies rescatadas

El trabajo de rescate iniciará con la selección de un sitio de acopio el cual tendrá la función de recibir, albergar y mantener todos los individuos rescatados. El sitio de acopio se deberá ubicar en una zona estratégica, por lo que se espera que se encuentre lo más cerca posible de los lugares donde se lleve a cabo el rescate de los individuos.

De preferencia el sitio de acopio se deberá ubicar dentro de la franja de afectación, para evitar que las plantas pueden ser dañadas durante el proceso de transporte. Los sitios de acopio de los ejemplares rescatados podrán ubicarse, preferentemente en zonas de fácil acceso para el traslado de agua, tierra y todos los materiales que se requieran para el cuidado de las plantas. El sitio de acopio deberá contar con todos los materiales para dar el mantenimiento necesario a todos los individuos de las especies rescatadas, como son: macetas de plástico de diferentes tamaños (acordes al tipo de plantas rescatadas), bolsas de papel estraza en distintos tamaños, papel periódico, bolsas negras para vivero en diferentes tamaños, guantes de carnaza, palas, zapapicos, mangueras, y tinaco.

También se deberá procurar que el sitio seleccionado se encuentre sombreado. La sombra podrá ser la que es propia del dosel de una zona arbolada, o en su defecto, se deberá colocar una sombra artificial propias para los viveros o casas malla sombra (malla de plástico negro), la cual tiene la función de bloquear las condiciones de intensas de irradiación solar. El sombreadero deberá de ser de 70%, la temperatura mínima de 15°C y la máxima de 35°C, además del agua indispensable para el riego continuo de las plantas.

La casa de sombra (sombreadero) que fungirán como zona de resguardo y aclimatación para aquellas especies que no puedan ser trasplantadas inmediatamente después de la remoción. Las casas sombra son estructuras similares a invernaderos cuya función principal es crear condiciones apropiadas para las plantas, en un clima que ya favorece el desarrollo del mismo.

Adicionalmente permiten reducir el daño que provoca la radiación directa. Para la construcción de la casa de sombra se seguirán los siguientes pasos (Menchaca, Moreno, Sanchez, Sageth, & Ventura, 2015):

1. Se deberá partir de la elección del terreno adecuado, que esté cerca del área de proyecto para la inspección continua de las plantas.
2. El terreno preferentemente deberá ser plano, la orientación será preferible con exposición del sol por las mañanas y cerca de una red de distribución de agua, así facilitará el riego.
3. Se levantará una estructura con cuatro postes principales y disposición a dos aguas. Los postes serán elaborados con materiales del lugar que pueden ser palma, bambú, encinos o cualquier otro posteado que sea fácilmente reemplazable. En caso contrario se pueden utilizar postes de tubo estructural cuadrado de metal (soldado) 70 x 70 x 3 mm.
4. Para la instalación de los postes se debe hacer una excavación de al menos 0.50 cm, colocar el poste y rellenarlo con mezcla de cemento y grava pequeña para que quede fijo. Esto se debe hacer en las cuatro esquinas.
5. Una vez que los tubos estén fijos se recomienda que se coloquen dos postes de troncos de madera o bambú que mida 3 m. Esto con la finalidad de que el techo tenga cierta pendiente y evite acumulación de hojarasca.
6. Cuando todos los postes estén instalados, se procede a instalar la malla sombra (preferentemente de un calibre de 80% de sombra para lugares abiertos, o bien, de 50% para lugares que tengan vegetación espesa circundante). Posteriormente se coloca sobre la estructura ya establecida y se procura que la malla quede justa.
7. Se recomienda que el suelo sea cubierto con tezontle o grava volcánica, arenilla o algún otro material que por un lado evite la acumulación de lodo y por el otro, promueva el correcto drenaje del agua.
8. Para la disposición de las plantas es preferible colocar mesas hechas con material de la región (bambú, troncos caídos, etc), también se puede utilizar tela de gallinero para la parte superior de la mesa.

VI.2.2.10 Sitios propuestos para la reubicación de las especies rescatadas

Dado la magnitud del proyecto y las acciones a realizar, se considera factible la revegetación del derecho de vía y el área de influencia (hasta mil metros de distancia del camino) buscando que cumplan con las características físicas semejantes a los sitios donde se encontraban los individuos antes de ser extraídos, además se considerarán los siguientes criterios de selección.

- Condiciones microclimáticas y edáficas similares a las del sitio original de la planta.

- Cercanía entre los hábitats naturales y los del trasplante, a fin de evitar el estrés de las plantas durante el transporte de estas.
- Ubicar los sitios de trasplante cerca de la superficie del proyecto.
- Se contemplarán además las condiciones originales que presenta la flora a rescatar previamente a ser extraídas, condiciones tales como nodrizaje de la especie a rescatar.
- Los sitios de reubicación deberán presentar una cubierta vegetal homogéneo a la encontrada de las plantas extraídas y estar ubicados fuera del área de afectación directa por la realización del proyecto.
- La superficie propuesta de reforestación esta en relación a la superficie afectada, por lo cual, esta es el doble de la afectación forestal, es decir, 2:1, por lo que la superficie de reforestación es de 23.34 hectáreas, las cuales carecen vegetación forestal.

Tabla VI.4 Coordenadas de los vértices de las especies susceptibles a reubicación.

Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401169	2295938
2	16 Q	401555	2295847
3	16 Q	401490	2295313
4	16 Q	401059	2295367

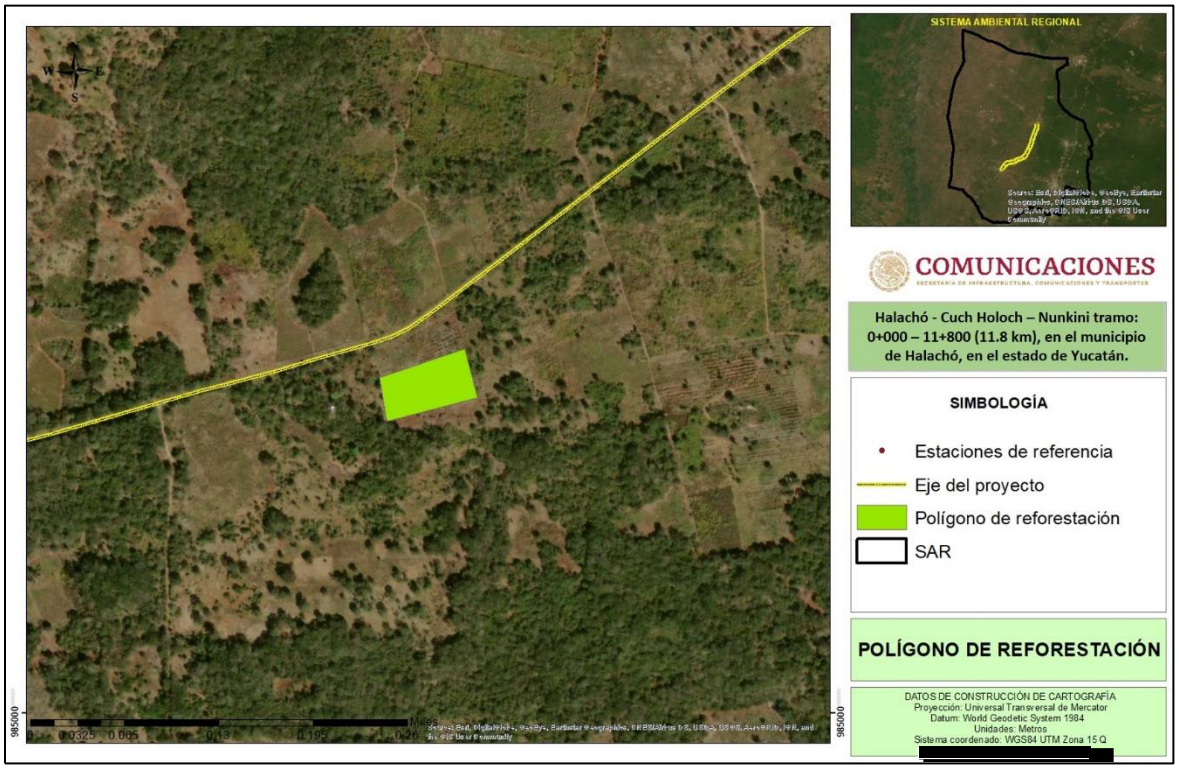


Figura VI.20 Sitio Propuesto para la reubicación de las especies rescatadas.

VI.2.3 Acciones de reforestación

La reforestación en México es una actividad forestal de gran importancia para restaurar y volver productivas las áreas deforestadas y degradadas, además de establecer vegetación arbórea en terrenos con aptitud forestal. Consiste en plantar árboles donde ya no existen o quedan pocos; así como su cuidado para que se desarrollen adecuadamente.

VI.2.3.1 Alcances de las acciones

Las acciones de reforestación tendrá como finalidad mitigar y restaurar las afectaciones ambientales realizadas durante la modernización del presente proyecto, por lo cual la reforestación permitirá restaurar los factores biológicos de la zona, en concreto para el factor fauna, ya que se estarán generando sitios de resguardo, anidación y provisión de alimentos a diversas especies; para el factor flora, se estará protegiendo la diversidad biológica y genética de las especies vegetales del proyecto; factor agua, se estará beneficiando la recarga de los mantos freáticos y la disminución de la erosión hídrica; para el factor suelo, se estará evitando la erosión y perdida de suelo.

La reforestación es una de las medidas de mitigación y restauración más completas, ya que solo una actividad permite cubrir afectaciones de varios factores afectados por el desarrollo de infraestructura, por lo que la implementación de las actividades de reforestación resulta benéfica ya que permite restablecer las condiciones naturales de un entrono deteriorado.

Las especies que se recomiendan para reforestar en la zona de afectación del proyecto son las siguientes:

Tabla VI.5 Especies propuestas para la reforestación.

Especies propuestas	Justificación de su elección
Bursera simaruba	Especies de interés ecológico, ya que es una especie pionera en la sucesión ecológica para la recuperación de sitios perturbados de selva submediana. La especie *Cedrela odorata* se considera dentro de las actividades de reforestación, por que es la especie que será rescatada y reubicada en el polígono para dichas actividades.
Casearia thamnia	
Lysiloma latisiliquum	
Credrela odorata	

Ya que estas especies son las que se distribuyen en las zonas aledañas al proyecto y permitirán crear disminuir la perdida de suelo en zonas carentes de vegetación y permitirán aumentar la capacidad de infiltración en la zona.

VI.2.3.2 Objetivos

Realizar la reforestación en una superficie de 23.34 hectáreas como medida compensación por el desarrollo del proyecto en áreas agrícolas.

- Llevar a cabo la reforestación de 23.34 hectáreas en zonas sin vegetación.
- Reforestar con especies nativas de la región.
- Evitar la pérdida suelo por medio de la cubierta vegetal que propone la reforestación.
- Aumentar la tasa de infiltración en el SAR a consecuencia de aumentar la superficie con vegetación natural.
- Minimizar el impacto visual que ocasiona la modernización de un camino de terracería a una carretera tipo D.

VI.2.3.3 Densidad de las acciones de reforestación

Para calcular la densidad de plantas por hectáreas se utilizó la metodología empleada en la técnica denominada "marco real", la cual utiliza la siguiente formula:

$$Np/ha = 10{,}000\ m^2/d^2\ (0.866)$$

Donde;

0.866 es el valor de la tangente trigonométrica

Para el proyecto se realizó el cálculo de plantas por hectárea;

Np/ha= 10,000/ ((3 x 3)(0.866))

Np/ha= 10,000/7.794

Np/ha= 1,283 árboles por hectárea

De acuerdo a la formula anterior tenemos que serán reforestadas 1,283 plantas por hectárea, teniendo en cuenta que la superficie total de reforestación es el doble de la superficie afectada, se estarán reforestando 14,973 individuos.

Tabla VI.6 Número de individuos a reforestar.

Reforestación	Ha	m2	Plantas/Ha
Área prototipo	1	10,000	1,283
Área de reforestación	11.67	116,700	**14,973**

El número de individuos de cada especie a reforestar es de suma importancia para conseguir que la comunidad vegetal a reforestar con el paso del tiempo consiga una homogenización con las comunidades vegetales cercanas, además de mejorar:

- Calidad visual
- Diversidad florística y genética entre las especies
- Brindar sitios de anidamiento y refugio de especies de fauna
- Formar parte del corredor biológico para la fauna

A continuación, se presenta el número de individuos por especie para ser reforestados en el área seleccionada.

Tabla VI.7 Número de individuos por especie a reforestar.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Porcentaje con respecto al total de la reforestación
Bursera simaruba	Palo mulato	5,493	40%
Casearia thamnia	-	4,387	29%
Lysiloma latisiliquum	Tsalam	4,996	30%
Cedrela odorata	Cedro rojo	97	0.7%
Sumatoria		**14,973**	**100%**

VI.2.3.4 Actividades previas a la plantación

La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o sembrará la planta. Es por ello que se harán cepas individuales:

La construcción de la cepa debe hacerse en la época seca del año, antes del periodo de lluvias, para que el suelo y las paredes de la cepa se aireen y con ello se prevengan plagas y enfermedades del suelo. Por el contrario, si el suelo se encuentra muy compacto, las cepas pueden realizarse después de la primera lluvia. Además de que:

- Las plantas deberán ser cubiertas únicamente hasta el cuello de la raíz para evitar podredumbres.
- Las plantas no deberán ser manipuladas o cambiadas continuamente de ubicación para evitar que las raíces interrumpan su crecimiento
- No se deberán agregar ningún tipo de sustancia o fertilizante, a excepción de los insecticidas orgánicos.
- Las plantas deberán estar agrupadas por especie y tamaños para poder ejecutar los riegos y tener el manejo de acuerdo a su talla y especie.

El centro de acopio de las plántulas propuestas para reforestación se ubicará dentro del polígono de reforestación propuesto, esto con el objetivo de causar el menor estrés a las especies propuestas para la reforestación, el centro de acopio tiene una superficie de 100 m^2, a continuación, se presentan los vértices que componen el polígono del centro de acopio.

Tabla VI.8 Vértices del centro de acopio.

Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	400431	2295894
2	16 Q	400488	2295874

Vértice	Zona	X	Y
3	16 Q	400453	2295767
4	16 Q	400406	2295778

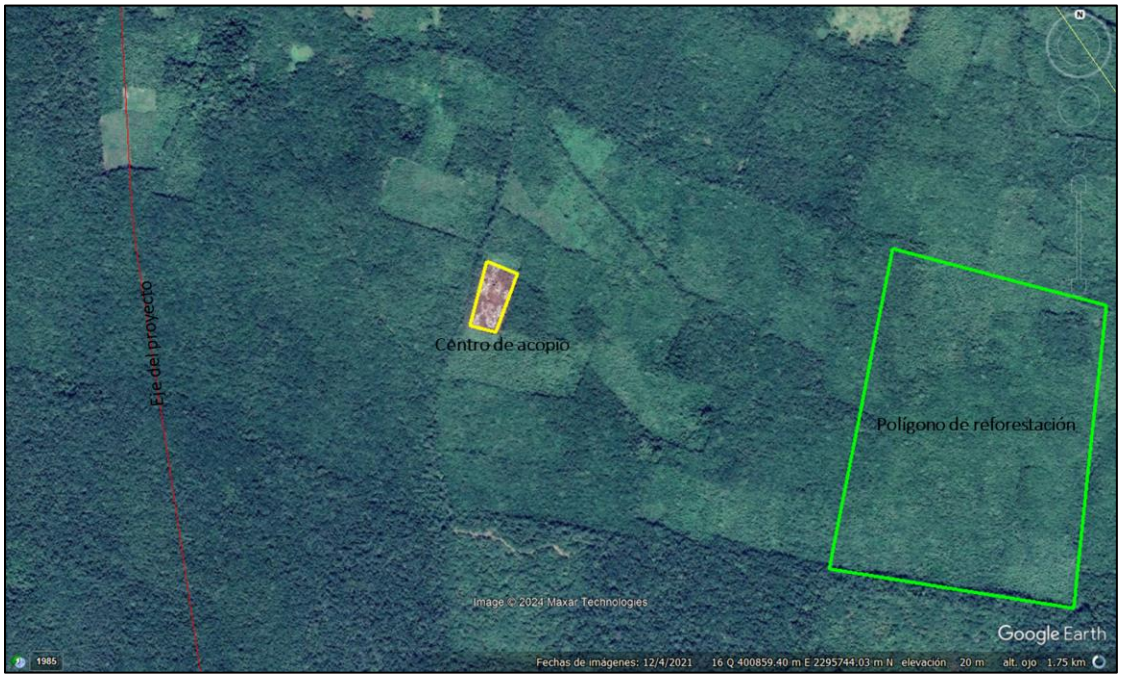


Figura VI.21 Vista del polígono de reforestación y centro de acopio del proyecto.

VI.2.3.5 Apertura de cepas

Consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

- Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco de follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
- Se quita el envase sin dañar la raíz.
- Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial, para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
- Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

- Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

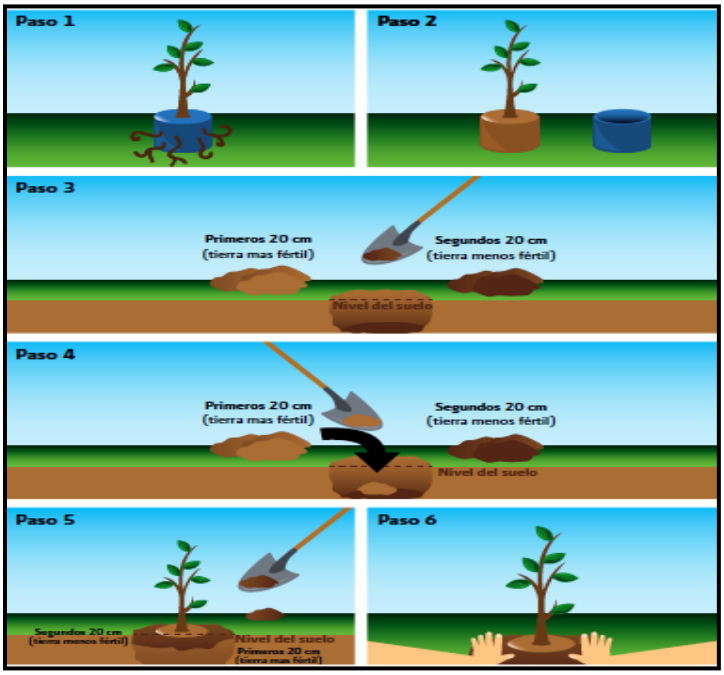


Figura VI.22Sistema de cepa común

VI.2.3.6 Control de plagas y enfermedades

La prevención del incremento de insectos plaga, su combate y control, son parte fundamental para obtener éxito en las plantaciones; desde la producción de plantas en vivero, hasta la cosecha, incluyendo la silvicultura de la plantación, mediante la cual se favorece el incremento constante de vigor de la población forestal en desarrollo y por lo tanto su resistencia y fortaleza.

Es por ello, que es de suma importancia hacer una selección correcta de las especies adecuadas y que estén bien adaptadas a las condiciones del sitio en el campo.

Las especies que se desarrollan fuera de su hábitat natural, crecen en condiciones de estrés y por lo tanto, usualmente son más susceptibles a los insectos plaga y las enfermedades, recuperándose más lentamente del daño.

Algunas acciones preventivas propuestas a aplicar para mantener un buen estado fitosanitario de las plantaciones son las siguientes:

- Se realizarán recorridos de inspección (cada 15 días a partir de la plantación hasta el término del programa).

- Se realizarán recorridos periódicos al acercarse la temporada de ataque de plagas o enfermedades.
- Se procederá inmediatamente a la limpieza del área afectada, si es necesario se sustituirá la plántula infectada por otra sana.
- Las plántulas enfermas y/o plagadas, se trasladarán a un sitio de resguardo provisional para su posterior manejo adecuado, ya sea destrucción total o incineración.

VI.2.3.7 Sistema de plantación

De acuerdo a las características topográficas de la zona, así como a la distribución misma de las especies forestales presentes, se determinó que la técnica más apropiada para la reforestación es la de marco real, ya que se realizara en terrenos con una pendiente menor al 8°.

Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.

Para este caso se utilizará el método de marco real con una distancia de dos metros entre cada planta. Este trazado en un principio dará la impresión de ser una plantación uniforme, pero con el trascurso del tiempo se modificará de manera natural como resultado del crecimiento espontáneo de nuevos individuos originados de la dispersión de semillas.

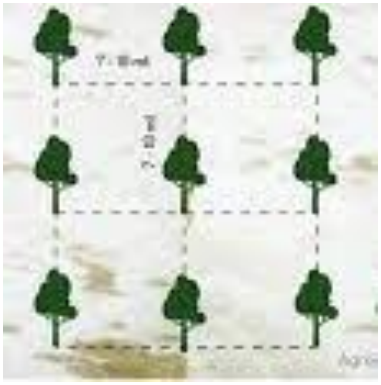


Figura VI.23 Diseño de plantación a marco real de 3 m x 3 m

Las etapas previas para la realización de este método, son:

- El trazado de los cuadrados empieza con la marcación de la distancia entre hileras a nivel.
- En las hileras, se marcan las distancias entre las plantas.
- Para trazar cuadrados de marco real, se marcan los sitios de la hilera siguiendo con un cordel.

Una distribución regular de las especies facilita los trabajos de mantenimiento y de aclareo en la plantación. Es importante orientar las líneas para el manejo de la luz. Se recomienda que la orientación de las líneas sea de este a oeste para captar la mayor cantidad de luz disponible durante el día, donde las condiciones del terreno lo permitan.

El diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez se aprovechan los escurrimientos, con ello se pretende proteger los suelos y mejorar las condiciones hidrológicas de la región.

El espaciamiento en una plantación dependerá de las propiedades genéticas de las especies a plantar, del objetivo económico, de los riesgos de mortalidad y de la calidad del suelo. Con la finalidad de cumplir con el objetivo de mayor prendimiento de las especies seleccionadas y de acuerdo a las características ecológicas de las mismas, en conjunto con las características de los sitios que se pretenden restaurar, el espacio más adecuado de espaciamiento entre árboles será un marco de plantación de 3x3 metros, con el método de marco real.

El patrón de equidistancia es un parámetro aproximado ya que lo que se busca es una asociación de especies con reforestaciones de tipo irregular dentro de los terrenos seleccionados. La reubicación se debe realizar al inicio del periodo de lluvias, cuando el suelo tiene una humedad mínima de 20 cm de profundidad, lo antes posible dentro de los dos primeros tercios del periodo de lluvias (CONAFOR, 2007).

VI.2.3.8 Sitio propuesto para las acciones de reforestación

Dado la magnitud del proyecto y las acciones a realizar, se considera factible la revegetación del derecho de vía y el área de influencia (hasta mil metros de distancia del camino) buscando que cumplan con las características físicas semejantes a los sitios donde se encontraban los individuos antes de ser extraídos, además se considerarán los siguientes criterios de selección.

- Condiciones microclimáticas y edáficas similares a las del sitio original de la planta.
- Cercanía entre los hábitats naturales y los del trasplante, a fin de evitar el estrés de las plantas durante el transporte de estas.
- Ubicar los sitios de trasplante cerca de la superficie del proyecto.
- Se contemplarán además las condiciones originales que presenta la flora a rescatar previamente a ser extraídas, condiciones tales como nodrizaje de la especie a rescatar.
- Los sitios de reubicación deberán presentar una cubierta vegetal homogéneo a la encontrada de las plantas extraídas y estar ubicados fuera del área de afectación directa por la realización del proyecto.

- La superficie propuesta de reforestación esta en relación a la superficie afectada, por lo cual, esta es el doble de la afectación forestal, es decir, 2:1, por lo que la superficie de reforestación es de 23.34 hectáreas, las cuales carecen vegetación forestal.

Tabla VI.9 Coordenadas de los vértices de los polígonos de reforestación.

Vértice	Zona	X	Y
1	16 Q	401169	2295938
2	16 Q	401555	2295847
3	16 Q	401490	2295313
4	16 Q	401059	2295367

Es importante mencionar, que debido a que el sitio propuesto para las acciones de reforestación se ubica a la orilla del proyecto, el centro de acopio o vivero se a la orilla de la poligonal de las acciones de reforestación, reduciendo el estrés a las plantas rescatadas por el movimiento y evitando afectar ambientalmente otras zonas.

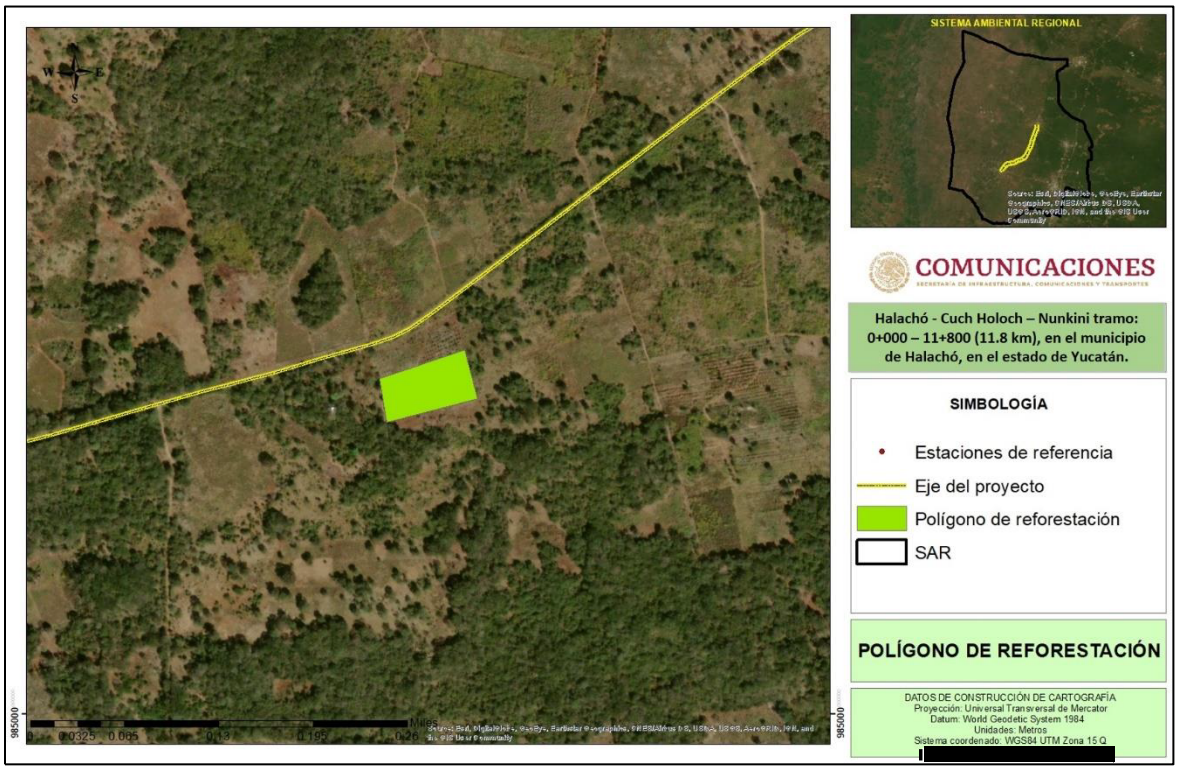


Figura VI.24 Sitio Propuesto para las acciones de reforestación.

VI.2.4 Pasos de fauna

La presencia de estos pasos no sólo ayuda a la restauración de los ecosistemas alterados por la infraestructura vial y a la sobrevivencia de especies de fauna silvestre (en especial aquellas en riesgo de extinción), sino que son de gran ayuda para evitar accidentes fatales entre conductores y fauna, resguardando al mismo tiempo la seguridad humana.

VI.2.4.1 Alcances

La propuesta de los pasos de fauna para el proyecto de modernización pretende la implementación de 2 pasos de fauna en la trayectoria del proyecto, donde se identificaron los sitios que la fauna silvestre ocupa para desplazarse, por lo cual dichos pasos de fauna evitarán la fragmentación de las comunidades faunísticas que se desplazan en la zona del proyecto, AI y SAR.

Como parte de las acciones de conservación de la fauna silvestre de la zona, se propone que las obras de drenaje menor sean adecuadas como pasos de fauna silvestre, con el objetivo de no fragmentar el hábitat y hábitos de las especies de fauna que se desplazan por la zona del proyecto de modernización.

Los pasos de fauna son estructuras transversales a una vía, con el objetivo de habilitar el paso seguro de fauna a los hábitats fragmentados por la construcción de infraestructura de transporte. Su funcionamiento puede estar restringido al desplazamiento de fauna o pueden compartir uso para otros propósitos como: drenaje, restitución de caminos, vías fluviales y vías pecuarias. Este tipo de pasos pueden ser superiores o inferiores a la vía.

Representan un paso seguro a través de una carretera o una autopista, permitiendo la conexión entre hábitats además que favorecen la vegetación presente en la zona. Es la solución que mejor reduce las alteraciones ambientales sufridas a causa de la infraestructura para autotransporte y ferrocarril. En algunos casos resulta conveniente aprovechar las estructuras existentes para otros fines, como las tuberías de drenaje, lo cual resulta en un coste menor siempre y cuando se haya hecho la evaluación adecuada y sea comprobada su viabilidad. Es importante que para la forestación del paso de fauna construido se utilice especies vegetales presentes en la zona.

Características de las vías de comunicación para la construcción de pasos de fauna:

- En carreteras y autopistas donde exista alta accidentalidad de usuarios originada por atropellamiento o impacto contra vertebrados, especialmente ungulados.
- En lugares donde haya un alto índice de mortalidad de fauna asociada a la infraestructura, especialmente si las víctimas se encuentran en la lista de especies en peligro de extinción o protegidas contenida en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.
- En sitios donde la fauna afectada requiera de grandes extensiones de terreno para su desarrollo y proliferación, como son los ungulados, los carnívoros medianos y grandes.
- En regiones donde exista movimiento de fauna esparcidora de semillas entre los hábitats separados por la vía.
- En infraestructura que atraviese las rutas de migración de fauna.

- En el caso de que la carretera o la vía férrea pase por un arroyo, río o cualquier otro cuerpo de agua, se podrá aprovechar la infraestructura hidráulica, por ejemplo, alcantarillas, las cuales pueden funcionar como paso para fauna acuática, anfibios, reptiles y mamíferos pequeños.
- Cuando en alguno de los hábitats separados se encuentre un cuerpo de agua que sea aprovechado por las especies que habitan en la región.
- Cuando los hábitats fragmentados poseen amplias áreas de vegetación nativa, como el caso de bosques y selvas.

Para tener un aprovechamiento eficiente de los pasos de fauna, se debe elegir cuidadosamente su localización. Para tal propósito se presentan a continuación los factores a considerar:

- Por medio de investigación documental, de campo y con ayuda de Sistemas de Información Geográfica, identificar el tipo de fauna que habita en las zonas adyacentes a la infraestructura vial, las áreas en donde se desarrolla y de ser el caso; las rutas migratorias que se realizan en la región.
- Teniendo definidos los hábitats, se dará prioridad a aquellas zonas donde existan especies amenazadas, o aquellas que realizan migraciones entre los hábitats fragmentados. En caso de no saber si alguna especie de la región se encuentra en peligro de extinción, será necesario consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se detalla una lista de especies en riesgo. En el caso de especies migratorias se debe ubicar sus rutas, procurando que la construcción del paso sea dentro de las mismas.

VI.2.4.2 Objetivos

Proponer la construcción de pasos de fauna silvestre que permitan el tránsito de esta de un sitio a otro sin fragmentar sus áreas de caza, reproducción y sitios de residencia.

- Proponer 2 pasos de fauna a lo largo de la trayectoria del proyecto.
- Proponer un diseño constructivo adecuado para la fauna que se distribuye en la zona del proyecto.

VI.2.4.3 Tipos de pasos de fauna silvestre

Representan un paso seguro a través de una carretera o una autopista, permitiendo la conexión entre hábitats además que favorecen la vegetación presente en la zona. Es la solución que mejor reduce las alteraciones ambientales sufridas a causa de la infraestructura para autotransporte y ferrocarril. Su desventaja es el alto costo de su implementación, además que al necesitar estudios detallados sobre las especies que habitan la zona de construcción, con ello el proceso constructivo se demora. En algunos casos resulta conveniente aprovechar las estructuras existentes para otros fines, como las tuberías de

drenaje, lo cual resulta en un coste menor siempre y cuando se haya hecho la evaluación adecuada y sea comprobada su viabilidad. Es importante que para la forestación del paso de fauna construido se utilice especies vegetales presentes en la zona o las que indique el Manual de Forestación que emite la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Pasos Inferiores Vehiculares (P.I.V).

Un paso inferior es aquel que cruza la carretera que pasa por debajo de él. También son conocidos como "puentes verdes", deben tener un ancho A mínimo de 8 metros, su suelo tiene que estar acondicionado con la vegetación del lugar y su parapeto debe estar cubierto con cercas de madera que funcionan como barrera visual y auditiva.

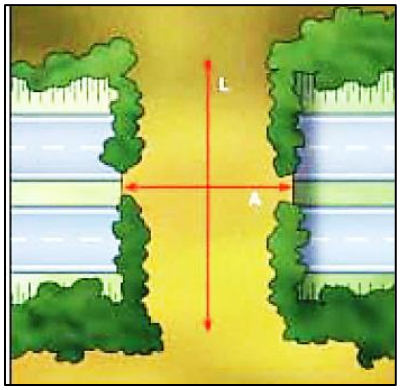


Figura VI.25 Paso de fauna tipo P.I.V.

Pasos Superiores Vehiculares (P.S.V.)

Los pasos superiores son aquellos que atraviesan la carretera que pasa sobre ellos. Las dimensiones dependen del tamaño de los animales, por ejemplo: para animales medianos, el ancho puede ser entre 5 y 12 metros mientras que para animales de gran tamaño el ancho del paso puede ser de hasta 25 metro. La altura H de varía entre los 3 y 5 metros.

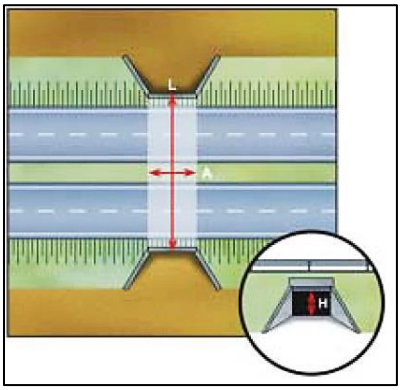


Figura VI.26 Paso de fauna tipo P.S.V.

VI.2.4.4 Selección del diseño de pasos de fauna silvestre

Los conductos destinados al drenaje pueden ser adaptados como paso de fauna terrestre y sugieren una opción eficiente para mitigar el efecto de la fragmentación de hábitats

ocasionada por la construcción de infraestructura vial. Las adaptaciones necesarias dependerán principalmente de las condiciones hidráulicas, por ejemplo: si en el drenaje discurre un arroyo permanente o si la zona se encuentra inundada en determinadas temporadas del año, así como el nivel máximo de agua que alcanza en el drenaje. Otro factor importante a considerar es: las especies a las que está dirigido el paso, porque dependiendo el tamaño de los individuos se establecerán las dimensiones del paso y de los sectores secos del mismo.

Para el caso del proyecto se han adaptado 2 de las obras de drenaje existentes para la construcción de pasos de fauna silvestre.

Uso: Mixto; paso de fauna y drenaje.

Especies que pueden utilizarlo: Carnívoros de tamaño mediano y pequeño como mustélidos (nutrias, marmotas, hurones), ungulados, otros vertebrados como lagomorfos (conejos, liebres), micromamíferos (roedores), reptiles y algunos anfibios si hay suficiente humedad y se instalan los cerramientos adecuados.

Características geométricas de los pasos de fauna

- Las estructuras más susceptibles de ser adaptadas como paso de fauna son:
- Estructura rectangular: mínimo de 2 x 2 m
- Estructura circular: diámetro mínimo de 2 m
- Ancho mínimo de las banquetas laterales: 0.5 m, su altura dependerá del nivel máximo de inundación.
- Las rampas de acceso a las banquetas laterales tendrán una pendiente entre 30° y 45° y tendrán una superficie rugosa para proporcionar a los animales una base a la que adherirse.

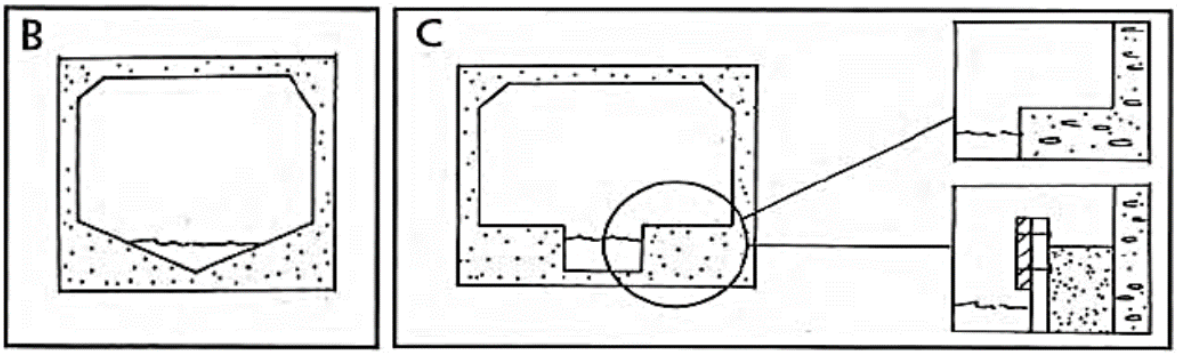


Figura VI.27 Tipos de obras de drenaje adaptadas como pasos de fauna silvestre.



Figura VI.28 Ejemplo de una obra de drenaje adaptada como paso de fauna silvestre en una obra similar.

VI.2.4.5 Ubicación de los pasos de fauna silvestre

No se tiene un número específico para todos los casos porque la cantidad de pasos está determinada por el número de especies de la región en estudio, su comportamiento y la distribución de los tipos de hábitats. Se recomienda que la densidad de los pasos sea mayor en zonas que crucen entornos naturales como bosques, selvas, campos de cultivo tradicional; y que su densidad sea menor en zonas urbanas o en zonas de agricultura intensiva. Existe el argumento de que construir varios pasos de fauna ayuda a reducir el riesgo de que alguno de los pasos no sea efectivo para las especies que se diseñó.

Tabla VI.10 Número de pasos de fauna recomendados. Cita: Tesina, Cano Gómez Adriana, Posgrado en Especialización única en vías terrestres, UNAM, 2016.

Tipo de hábitat	Número mínimo de pasos de fauna	
	Grandes mamíferos	Pequeños vertebrados
Hábitats forestales y de interés ecológico	1 paso cada km	1 paso cada 500 m
Hábitats transformados por actividades humanas y áreas agrícolas	1 paso cada 3 km	1 paso cada km

Para el caso específico del proyecto se propone la construcción de 2 pasos de fauna silvestre, esto debido a que se identificó, que dichas zonas tienen conexión con el macizo forestal existente en la zona lo cual funciona como un “corredor biológico” natural, lo cual permite el desplazamiento de fauna de manera segura. Por lo que se consideró proponer 2 pasos de fauna silvestre, los cuales se ubican en las siguientes coordenadas UTM (WGS 84).

Tabla VI.11 Ubicación de los pasos de fauna propuestos.

Estación	Ubicación			Uso de suelo y vegetación existente
	Zona	X	Y	
4+811	16 Q	401222	2289379	Vs/SMSc
5+830	16 Q	401002	2290381	Vs/SMSc

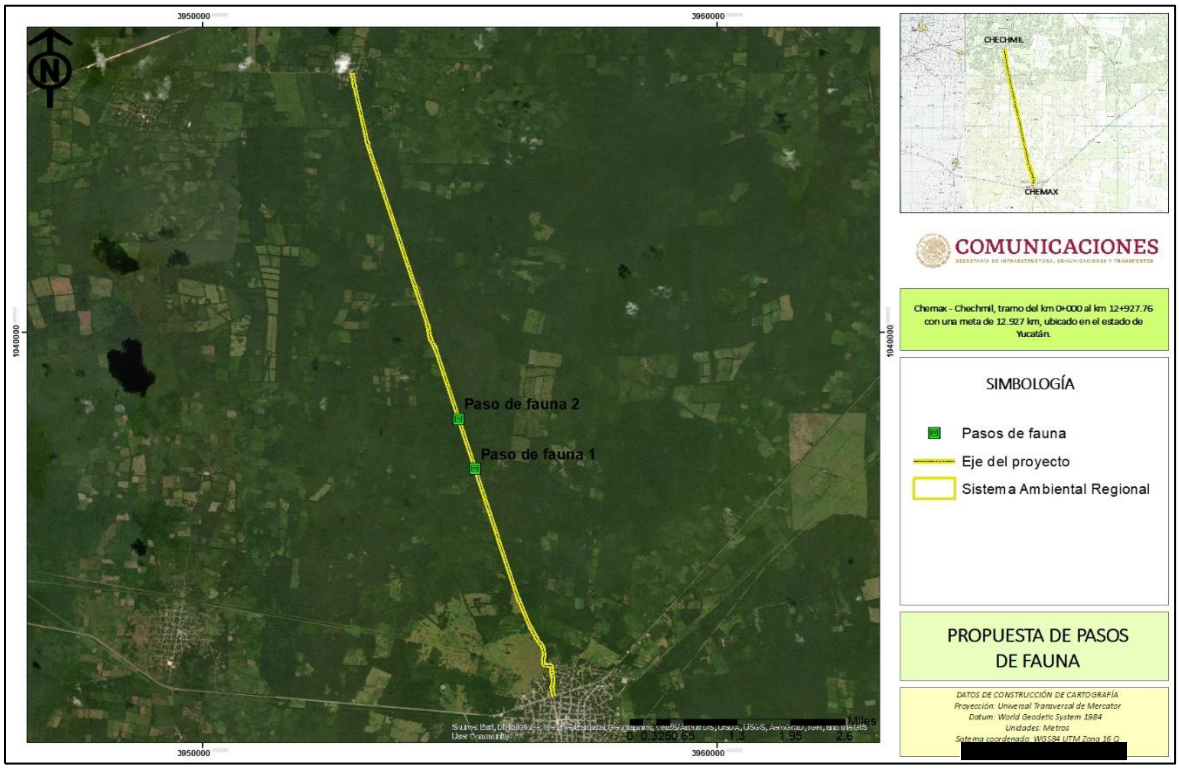


Figura VI.29 Ubicación de los pasos de fauna silvestre en la trayectoria del proyecto.

VI.2.5 Plan de vigilancia ambiental

El presente plan de vigilancia ambiental tiene por objeto la asunción, por parte de los promotores del proyecto, de un conjunto de medidas que sean beneficiosas para el medio natural, socioeconómico y cultural de los términos municipales directamente afectados por el proyecto de objeto de valoración, y en su ámbito de influencia. Bajo este contexto, el proyecto pretende satisfacer las necesidades de la población con la construcción de una vía de comunicación, mediante la implementación de prácticas de restauración ambiental que permitan mantener o en su caso mejorar las condiciones ambientales del lugar, siendo un proyecto socialmente aceptable y ecológicamente amigable.

VI.2.5.1 Objetivos

Los objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental se enuncian a continuación:

- Realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados en el proyecto, determinando si se adecuan a las previsiones del mismo.

- Detectar los impactos no previstos articulando las medidas necesarias de prevención y corrección.
- Verificar el cumplimiento de las posibles limitaciones o restricciones establecidas.
- Supervisar la puesta en práctica de las medidas preventivas y correctoras diseñadas en el proyecto, determinando su efectividad.
- Realizar un seguimiento para determinar con especial detalle los efectos de la fase de construcción sobre los recursos, así como para conocer la evolución y eficacia de las medidas preventivas y correctivas implementadas.
- Cumplir con los términos y condicionantes en caso de que las autoridades correspondientes (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SAMARNAT) lo determine.

VI.2.5.2 Fases y duración del Plan de Vigilancia Ambiental

El Plan de Vigilancia Ambiental se estructura en las siguientes tres fases:

1. Fase de planificación, cuya duración estará en correspondencia con el periodo de tramitación del proyecto en cuestión.
2. Fase de construcción o ejecución de las actuaciones derivadas del Proyecto.
3. Fase de funcionamiento de las instalaciones previstas en el Proyecto.

VI.2.5.3 Plazos y documentación necesaria a presentar para informar sobre los resultados obtenidos durante las labores de vigilancia ambiental propuestas

El plan de vigilancia ambiental se basa en la realización de un conjunto de comprobaciones y análisis que constituirán la base necesaria para la realización de una serie de memorias con las que se informará ante la Administración a cargo, del tipo y grado de afectación ambiental generada en cada momento, por las distintas acciones derivadas del proyecto de infraestructura carretera previsto una vez aplicadas las medidas propuestas, de acuerdo con el siguiente calendario:

Previo a la fase de obras:

Entrega de documentación inicial del Plan de vigilancia ambiental en el que se documente la aplicación de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias indicadas en el Proyecto y/o señaladas en los términos y condicionantes de la autorización.

Durante las fases de obras:

Entrega a la Administración correspondiente de un informe trimestral con la comprobación de la aplicación de las medidas aprobadas para la fase de obra, el análisis y valoración de su eficacia, y la posible propuesta de nuevas medidas correctoras. No obstante, es conveniente

aclarar que cualquier incidencia ambiental destacada deberá ser instantáneamente comunicada a las autoridades competentes, emitiendo para ello un informe extraordinario con la descripción de la misma, de las medidas correctoras aplicadas y de los resultados finales observados.

Durante la fase de funcionamiento:

Una vez que pueda considerarse finalizada la fase de obras, deberá entregarse un informe final de la fase de obras, mientras que la memoria de valoración de la aplicación de medidas preventivas, correctivas y compensatorias en la fase de funcionamiento deberá seguir entregándose una vez al año, por lo menos, durante tres años. Transcurrido este periodo se considera que el control ambiental de la infraestructura carretera resultante seguirá únicamente la dinámica propia de cualquier infraestructura de comunicación de la región, sin necesidad ya de entregar dichos informes anuales, momento en el cual se hará entrega del informe final de la fase de funcionamiento.

Por lo tanto, además de los informes antes mencionados, se deberán realizar los siguientes informes:

- Informes extraordinarios: se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise de una actuación inmediata, y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial. Estos informes estarán referidos a un único tema, no sustituyendo a ningún otro informe.

- Informes específicos: serán aquellos informes exigidos de forma expresa por la PROFEPA, derivados del proyecto, referidos a alguna variable concreta y con una especificidad definida.

- Informe final: en este informe se incluirá un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia ambiental de la fase de obras, así como en la fase de funcionamiento.

Todos los informes emitidos por el equipo de trabajo del plan vigilancia ambiental deberán ser supervisados y firmados por el técnico responsable, el cual los remitirá al Promotor en las fases de planificación y operación, y a la Dirección de las Obras, en base a las determinaciones que establezca la SEMARNAT o en su caso la PROFEPA según sea el caso, se remitirán todos los informes a este órgano ambiental, al objeto de que sean supervisados por éste.

El responsable del plan y el equipo técnico ambiental, verificarán que han sido incluidas las medidas correctoras diseñadas en el proyecto para la fase de planificación.

Rescate y reubicación de flora y fauna
Objetivos
Proteger las especies vegetales y animales que pudieran ser afectadas por el proyecto.

Actividades
• Registrar las especies vegetales y animales que se localicen cerca del área del proyecto. • Trasplantar las especies vegetales que corran el riesgo de ser afectadas y reubicar a la fauna que sea propensa de afectarse dentro del proyecto
Lugar de inspección
La totalidad de la zona de obras donde exista vegetación y fauna.
Parámetros de control y umbrales
Se va a controlar el estado de las especies vegetales trasplantadas y se va a verificar que la fauna reubicada no retorne al área de zona de obras
Periodicidad de la inspección
La primera inspección será previa al inicio de las obras. Las restantes serán mensuales, incrementando la frecuencia si fuera necesario.
Medidas de prevención y corrección
• Para asegurar la sobrevivencia de las especies se manipularán con cuidado • Se revisará el plan de rescate de flora relativo al proyecto y se adecuará en caso de ser necesario, para planear las actividades. • Se hará una revisión del plan de conservación de fauna relativo al proyecto y se adecuará si es necesario para realizar la correcta planeación de actividades • Se deberá monitorear las especies vegetales trasplantadas para corroborar su estado de adaptación al sitio de trasplante • Se deberá monitorear el área donde se reubique la fauna para darle un seguimiento a su adaptación
Documentación
Los resultados se reportarán en el documento inicial del Plan de vigilancia Ambiental.

Plan de manejo y control de residuos
Objetivos
Garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto al manejo y control de residuos. Evitar la contaminación de flora, fauna, aire, suelo y agua por actividades derivadas del proyecto.
Actividades
• Capacitación del equipo de trabajo en la zona de obras para el correcto uso y aplicación de los distintos productos a usar. • Monitoreo constante sobre las actividades que se llevan a cabo a diario durante la fase de construcción. • Confirmar que se aplica el protocolo establecido para garantizar el mantenimiento adecuado (conforme a la normativa vigente) de toda la maquinaria de obra a emplear, con objeto de evitar problemas de contaminación por procesos de combustión defectuosos.

• Comprobar que el contratista presenta al director de las obras la documentación acreditativa de que la maquinaria y que los vehículos a emplear cumplen con la legislación aplicable para cada una de ellas • Comprobar que se evita la generación de polvos durante la fase de obras, mediante las metodologías adecuadas.
Lugar de inspección
La totalidad de la zona de obras y las instalaciones emisoras de polvos, y zonas habitadas.
Parámetros de control y umbrales
Nubes de polvo y acumulación de partículas en la vegetación. No deberá considerarse admisible su presencia. Observación e inspección de las maquinarias de obras en funcionamiento, con objeto de detectar emisiones aparentemente no adecuadas, que deberán ser confirmadas mediante revisión por especialistas.
Periodicidad de la inspección
Mensuales, aunque podrán intensificarse en función de la actividad constructora y de los periodos de lluvias intensas.
Medidas de prevención y corrección
Se verificará que el plan incluye el contenido de las medidas correctivas propuestas en el proyecto. - Establecer y seguir un protocolo que garantice el mantenimiento adecuado (conforme a norma vigente) de toda la maquinaria de obra a emplear, con el objeto de evitar problemas de contaminación por procesos de combustión defectuosos. - Evitar la generación de polvo durante la fase de obras. - Los depósitos temporales de materiales pulverulentos que se ubiquen en la zona de obras, deberán ser tratados a fin de evitar la posibilidad de transporte por el agua de lluvia o viento.
Documentación
Se realizará en el informe del Plan de vigilancia ambiental en fase de obras.

Plan de Educación ambiental y actividades ecológicas
Objetivos
Concientizar a los trabajadores del proyecto sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales de la zona de influencia del proyecto
Actividades
- Capacitación continua de las acciones que se deben llevar a cabo para el cuidado del medio ambiente durante las jornadas de trabajo. - Colocación de contenedores especiales para el correcto depósito de los materiales de desecho.
Lugar de inspección
La totalidad de la zona de obras
Parámetros de control y umbrales

No debe existir basura localizada en la zona del proyecto, ya que para ello se capacitarán y habrá depósitos especiales para cada residuo que resulte derivado del proyecto.
Periodicidad de la inspección
Semanal
Medidas de prevención y corrección
Se realizará un monitoreo de la zona de obras, donde deben estar los desechos depositados en su lugar, ya que se habrán realizado antes platicas de concientización ambiental. En caso de encontrar lugares donde no se cumpla con lo previsto en el plan de educación ambiental, se sancionará al responsable y se tomarán medidas para corregirlo.
Documentación
Se realizará en el informe del Plan de vigilancia ambiental en fase de obras.

Reforestación con especies nativas de la zona
Objetivos
Restaurar la vegetación aledaña al proyecto con especies nativas y propias del tipo de vegetación de la región.
Actividades
Se reforestarán 23.34 hectáreas con especies representativas de la zona.
Lugar de inspección
Polígonos por reforestar los cuales quedaran a consideración de las autoridades competentes en conjunto con el promovente, dentro del SAR y al alcance del proyecto.
Parámetros de control y umbrales
Estado de viabilidad de las especies reforestadas
Periodicidad de la inspección
Mensual
Medidas de prevención y corrección
Se realizará una reposición de ejemplares de iguales características y edades, en los casos en los que estos no se hayan adaptado a las nuevas condiciones.
Documentación
Los resultados de las inspecciones se reflejarán en el informe del Plan de vigilancia ambiental fase de funcionamiento.

Conservación de suelos/reforestación
Objetivos
• Mitigar los riesgos de erosión de la superficie que será afectada con el cambio de uso de suelo causado por las actividades de construcción del proyecto • Restaurar y conservar los suelos afectados por las actividades del proyecto • Estabilizar taludes para evitar movimiento de material geológico y suelo • Prevenir impactos adversos y promover la recuperación de la estructura y dinámica del componente suelo en aquellas zonas que queden en desuso.

• Conservar y proteger el recurso hídrico en la zona del proyecto • Cumplir con los términos y condicionantes de la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental
Actividades
- Revisión del plan de conservación de suelos relativo al proyecto y adecuarlo si fuese necesario para planear las actividades - Selección e identificación de sitios - Retiro y almacenamiento de suelo orgánico - Disposición y arreglo del suelo vegetal en las áreas a restaurar - Construcción de obras de conservación de suelos
Lugar de inspección
Zonas donde se realicen las obras de conservación de suelos, que corresponderá al área que destinen para la reforestación. Y en los cauces de los ríos y arroyos cercanos al proyecto.
Parámetros de control y umbrales
Las obras que se realicen deben ser en conformidad con lo señalado por la Comisión Nacional Forestal.
Periodicidad de la inspección
Única al final de cada obra de conservación de suelo construida
Medidas de prevención y corrección
Previo al comienzo de actividades se realizará una planeación a detalle para prevenir posibles problemas durante las actividades. Si la obra a construir en el lugar planeado no fuese las adecuadas para el lugar se construirá en el lugar apropiado para ello o se cambiará el tipo de obra de conservación de suelo.
Documentación
Los resultados de las inspecciones se reflejarán en el informe del Plan vigilancia ambiental en la fase de funcionamiento.

Pasos de fauna silvestre
Objetivos
• Evitar la disminución de las poblaciones de fauna silvestre presentes antes del inicio del proyecto. • Evitar interrumpir las zonas de desplazamiento de la fauna silvestre. • Evitar el atropellamiento de fauna silvestre.
Actividades
- Revisión de la propuesta de construcción de pasos de fauna - Selección e identificación de sitios - Limpieza de los sitios
Lugar de inspección
Zonas donde se realicen las obras de construcción de pasos de fauna silvestre.
Parámetros de control y umbrales
Cuantificar el número de individuos que utilizan el paso de fauna.

Cuantificar el número de ejemplares atropellados en el área del proyecto.
Periodicidad de la inspección
Única al final de cada paso de fauna construido.
Medidas de prevención y corrección
Previo al comienzo de actividades se realizará una planeación a detalle para prevenir posibles problemas durante las actividades. Si la obra a construir en el lugar planeado no fuese las adecuadas para el lugar se construirá en el lugar apropiado para ello.
Documentación
Los resultados de las inspecciones se reflejarán en el informe del Plan vigilancia ambiental en la fase de funcionamiento.

Los informes de las actividades de mitigación, compensación y restauración del componente ambiental, por parte del proyecto de la modernización del camino, serán reportados ante las autoridades correspondientes de forma trimestral o en su caso de acuerdo a lo que solicite la dirección correspondiente. Los informes se realizarán durante cada etapa del proyecto dando notificación de la finalización de cada una de las actividades propuestas como medidas de mitigación ambiental.

Es importante mencionar que las acciones preventivas, de compensación y mitigación propuestas en este capítulo están enfocadas a preservar las condiciones ambientales y ecológicas de la zona del proyecto, esto con el objetivo de compensar las afectaciones por la modernización del proyecto y en lo posible aumentar la calidad ambiental de la zona; así mismo, es importante mencionar que el éxito de las medidas propuestas radica en el cumplimiento de las mismas; por lo cual el promovente se encuentra en la mejor disposición de acatar cualquier otra medida preventiva o de mitigación que considere pertinente la autoridad pertinente. Bajo este contexto se establece lo siguiente:

1. La promovente (SCT Yucatán) en coordinación con las autoridades ambientales estatales y municipales deberá establecer un convenio para llevar a cabo una adecuada supervisión y seguimiento de la modernización del camino para dar cumplimiento a lo que la autoridad (SEMARNAT) determine mediante el resolutivo que emita.
2. El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia y los patios de maquinaria, así como las casetas de vigilancia deberán quedar comprendidas en zonas desprovistas de vegetación o en su caso en zonas vivienda de las localidades involucradas.

3. Incluir señalización del cruce de fauna y reductores de velocidad de acuerdo a un monitoreo de fauna durante dos años de operación del proyecto. El cual deberá ser evaluado por la autoridad correspondiente.
4. Deberán instalarse letreros y señalización de las comunidades indicando rumbo y distancia a cada entronque y caminos reales que llevan a las comunidades involucradas en el trayecto de la carretera modernizada.
5. Se deberá realizar el cercado y delimitación del derecho de vía con cerca de cinco hilos de alambre de púas, también con el fin de conducir a la fauna a las obras de drenaje.
6. Las acciones de reforestación quedaran a consideración de las autoridades correspondientes, siempre que estén al alcance del proyecto en cuestión.
7. Se dará aviso oportuno a las autoridades correspondientes de las actividades de modernización y cumplimiento de condicionantes y términos que la autoridad determine.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO VII

Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

Tabla de contenido

VII.1 Escenarios ambientales 2

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 5

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección 8

VII.2 Selección de trayectoria 10

VII.3 Pronostico ambiental 12

Capítulo VII

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

VII.1 Escenarios ambientales

Sobre la base del escenario ambiental obtenido en la sección del capítulo V, y con el objeto de conformar el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, se construyeron las medidas de mitigación (descritas en el capítulo VI) para la descripción del escenario final.

Para tal efecto se consideró el análisis del escenario final y la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales (remanentes a pesar de la aplicación de la medida de mitigación), de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

Asimismo, se estimó la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, con respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas. A partir de los resultados obtenidos, se desarrollaron programas de seguimiento y valoración del comportamiento ambiental.

El presente proyecto se desarrollará en el municipio de Chemax (Edo. de Yucatán), tiene la finalidad de eficientar el traslado de productos, bienes y servicios, mediante la construcción de una carretera tipo D de 6.0 m de ancho de calzada, 7.0 m de ancho de corona y 0.50 m de acotamiento a cada lado del camino. Este proyecto beneficiará a los pobladores de las localidades de Chemax y Chechmil, ya que contarán con una vía de acceso que les permitirá optimizar sus actividades económicas y la obtención de bienes y servicios con lo que se combatirá de alguna manera el rezago económico existente en la localidad, además de optimizar el acceso a productos, bienes y servicios de manera más sencilla.

En este sentido, dentro de las estrategias federales y estatales, el mejoramiento de la infraestructura carretera en el Estado de Yucatán y Campeche es primordial, debido a que la región representa un polo de desarrollo económico (turístico, comercial y productivo); así pues, la creciente producción en infraestructura requiere que los sistemas de comunicación permitan un traslado más eficaz conveniente para el desarrollo de las actividades turísticas propias de la región.

Para ello, la construcción y modernización de carreteras deben cumplir con las normas técnicas en materia de seguridad impulsadas por la SCT, pero tomando en cuenta la conservación del ambiente, minimizando en la medida de lo posible, los impactos generados. La construcción de infraestructura y el mejoramiento de caminos como el objeto de este estudio, está contemplado dentro de los programas de desarrollo estatal, puesto que la modernización de esta carretera existente va a minimizar los traslados en tiempo y costo dentro del camino rural existente en el área circundante.

Dentro del plan estatal de desarrollo de Yucatán, se considera que la modernización de carreteras es un factor determinante para la detonación del desarrollo económico y social de sus poblaciones; puesto que la presencia de vías de comunicación permite a las poblaciones beneficiadas acceder a más y mejores servicios de infraestructura básica, que, en su conjunto, elevarán la calidad de vida de esta zona del país.

Los objetivos de este proyecto son:

- Comunicar de una manera más eficiente a las localidades situadas en las inmediaciones y en los alrededores del trazo del proyecto.
- Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar los artículos básicos, como los productos de la canasta alimenticia básica.
- Minimizar los impactos al ambiente al realizar la modernización de una carretera existente y así no afectar zonas nuevas.
- Detonar el crecimiento socio-económico de la región.
- Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El proyecto se encuentra dentro de un mosaico de áreas con vegetación natural (forestal), agropecuarias y asentamientos humanos, cabe mencionar, que el proyecto propone la apertura nueva del camino Chemax – Chechmil, con lo que se afectarán áreas agrícolas, pecuarias, camino existente y vegetación forestal con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, por lo que el impacto ambiental más importante y significativo, es en la zona de apertura del camino, sin embargo, se evidencio (capítulo IV) que la zona del proyecto al estar cerca de zonas urbanas y agropecuarias, ha perdido su naturalidad primaria, la flora se caracteriza por especies secundarias y que se encuentran en constante aprovechamiento tradicional por las localidades cercanas; la fauna que se desplaza por la zona del proyecto, es eventual, solo se desplaza a las zonas más alejadas de las zonas agropecuarias y centros urbanos en busca de alimento, sitios de resguardo, reproducción, etc., sin embargo, esta se encuentra mejor representada en las zonas forestales del sistema ambiental regional.



Figura VII.1 Vista de las condiciones de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el área del proyecto.

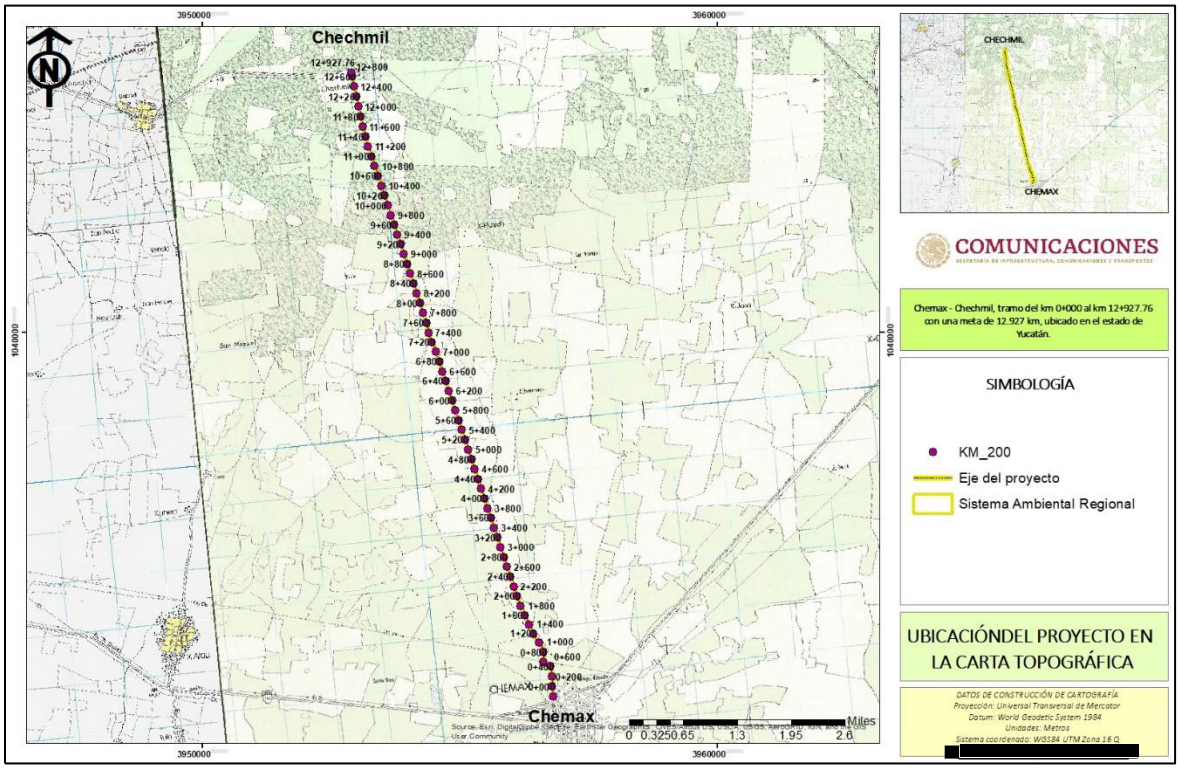


Figura VII.2 Vista del eje del proyecto.

Es importante mencionar, que la trayectoria propuesta, es un camino tradicional ocupado por los pobladores de Chechmil para trasladarse a la cabecera municipal de Chemax, sin embargo, este camino se encuentra en desuso desde hace más de 20 años, ya que solo se puede transitar caminado, y las necesidades actuales de la población requieren de trasladarse en vehículo, por lo cual, este camino se encuentra abandonado,



Figura VII.3 Vista de las áreas agrícolas a las orillas del camino.

Actualmente el área del proyecto, no representa un valor ecosistémico de importancia, ya que las actividades humanas (ganadería y agricultura) se encuentran muy cercanas a la vegetación forestal y han ocasionado que el estado de conservación de la cobertura forestal sea regular, pero sin ser relevante ecosistemicamente, el área no funciona como corredor biológico de fauna silvestre y el área no se encuentra bajo ningún régimen de pago por servicios ambientales. Además, el valor económico de los predios en las localidades de Chemax, Chechmil y rancherías cercanas es muy bajo, debido a que no cuentan con una vía de comunicación adecuada y, por consiguiente, el acceso de servicios básicos de salud, alimentación y vivienda es muy reducido.



Figura VII.4 Vista de las localidades de Chemax y Chechmil.

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El proyecto pretende la construcción de una carretera tipo D, y debido a que no se cuenta con una vía de comunicación, se propone la apertura del camino y la utilización de las vías de comunicación existentes en Chemax y Chechmil reduciendo la afectación ambiental a la cobertura forestal, sin embargo, aun así se están afectado 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, pero como se ha mencionado, el proyecto se basa en un camino tradicional utilizado hace más de 80 años y que actualmente se encuentra en desuso, por lo que se ha fragmentado y reducido los ecosistemas primarios de la zona,

por lo que ambientalmente el desarrollo del proyecto no representa un impacto ambiental significativo.



Figura VII.5 Vista de las condiciones actuales del eje del camino a construir. (Se anexa el reporte fotográfico del cadenamiento del proyecto cada 200 metros).

Una vez llevado a cabo la construcción del camino y no implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto, el área colindante no cambiara mucho con respecto a las condiciones actuales, las áreas agrícolas seguirán siendo labradas, el centro de población de las localidades de Chemax y Chechmil, seguirán con la expansión gradual que hoy tienen, el cambio más significativo será la reducción de la cobertura vegetal (11.67 hectáreas), por lo que el total del área forestal del SAR se reducirá en 11.67 ha de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, lo que no representa un cambio radical, pero si gradual, que con el paso del tiempo y la conjunción de otras actividades y obras, causará impactos ambientales, que afectarán de manera significativa el estado de conservación de la flora, fauna, suelo, agua y aire presentes en el SAR.

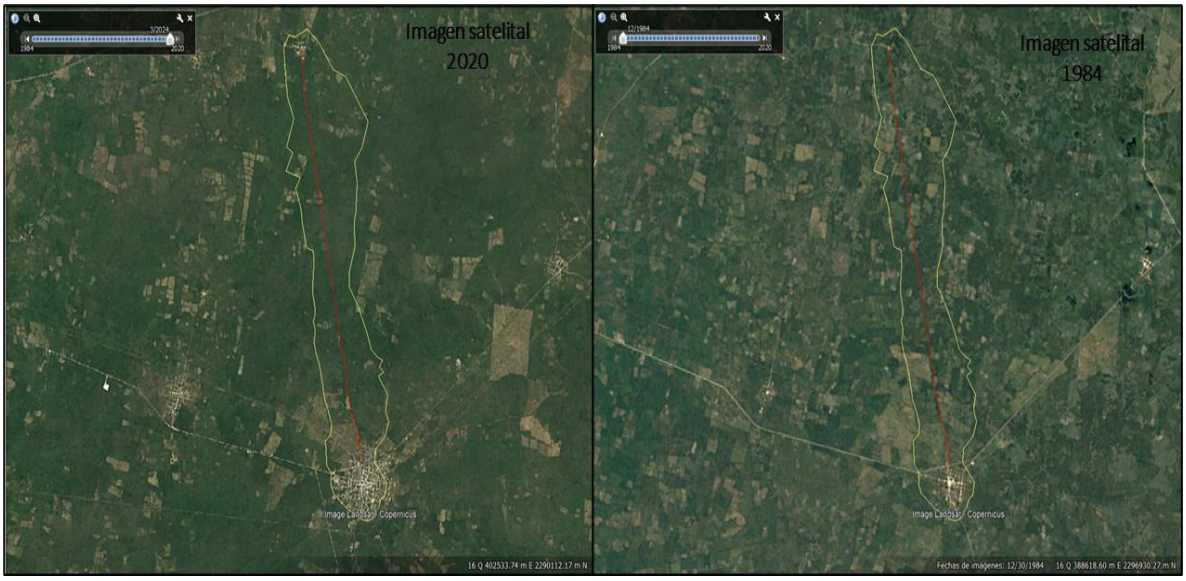


Figura VII.6 Vista satelital donde se observa la fragmentación del ecosistema, debido a la expansión de las áreas de pastoreo y agrícolas.

Como se observa en las imágenes satelitales anteriores, el crecimiento de las localidades de Chemax y Chechmil ha sido exponencial, mientras que se puede observar la gran cantidad de áreas agrícolas, ya que en esa época se encontraba en funcionamiento el camino tradicional entre Chemax y la pequeña ranchería de Chechmil, por lo cual, la vegetación ha sido perturbada y se ha desarrollado la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, mientras que la fauna se ha desplazado a sitios mejores conservados, alejados de las actividades antropogénicas.

Se observa en el entorno del camino a construir, y el proyecto, solo se proseguirá el cambio de natural, ya que las localidades de Chemax y Chechmil se encuentran en constante expansión, lo cual conlleva, el requerimiento de mayores áreas agrícolas, pecuarias y de asentamientos humanos, por lo cual la mancha urbana con el tiempo se irá extendiendo y la vegetación natural/forestal se reducirá a las partes altas del SAR y lo que consecuentemente afectará la diversas biológica de la flora y fauna; aunado a esto al no llevar a cabo las medidas de mitigación y compensación propuestas, se perderá más rápido la diversidad biológica que aún persiste en la zona.

Si bien el camino afectará de manera visual el SAR, este escenario no es muy distinto al actual, a excepción de la pavimentación del camino, ya que en la zona circundante al proyecto, las áreas agrícolas y zonas habitacionales son muy evidentes y estas seguirán creciendo conforme, un claro ejemplo es el cambio en la cobertura forestal que ha trascurrido desde el año 1984 hasta la fecha (2024), en el cual es evidente la reducción de la cobertura natural, crecimiento de las áreas agrícolas y de la zona urbana entre Chemax y Chechmil.



Figura VII.7 Vista de las zonas urbanas de Chemax y Chechmil.

En la última imagen (Figura VII.7) se observa las zonas urbanas de Chemax y Chechmil, lo que, favorecido el decremento de la calidad ambiental de la zona, así mismo, se evidencia el uso de la infraestructura vial existente, reduciendo la afectación ambiental.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

De acuerdo con Morlans (2007) las vías de comunicación representan grandes impactos al ambiente entre los cuales se destaca la perdida de la vegetación, la fragmentación del hábitat y la alteración al paisaje. No obstante, y como se ha descrito anteriormente el proyecto pretende la construcción de una carretera tipo D, ocupando la infraestructura vial de Chemax y Chechmil para reducir la superficie de afectación por la apertura del camino en terrenos forestales, esta afectación corresponde a 11.67 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Con el fin de mitigar los impactos producidos por la construcción del proyecto se propone la reforestación con especies nativas en una superficie de 23.34 hectáreas dentro del SAR con especies características de la selva mediana subcaducifolia, con esta medida se pretende compensar los impactos negativos generados por el desarrollo del proyecto, esta acción será desarrollada por la promovente en conjunto con autoridades correspondientes con el fin de tomar las mejores decisiones y contribuir a la regeneración ambiental de la región.

En cuanto a la fragmentación del hábitat, resulta importante destacar que la trayectoria del nuevo tramo carretero corresponde una zona altamente influenciada por actividades agrícolas y pecuarias, por lo que la fauna se encuentra representada principalmente por el grupo de las aves y reptiles (lagartijas), sin embargo, el promovente llevara a cabo las medidas de rescate y reubicación de fauna silvestre en la zona del proyecto.



Figura VII.8 Ejemplo de una carretera tipo D con medidas de mitigación.

En conclusión, el escenario esperado durante la etapa de construcción de la carretera es similar al de cualquier obra civil. Los impactos esperados durante las obras son mitigables y con impactos residuales mínimos, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación previstas en el Capítulo VI de este estudio.

Considerando la construcción de la carretera existente en función del espacio estudiado que la acoge, de la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previsto y de las medidas de protección propuestas, se estima que el cambio en el SAR a consecuencia de esta obra es irrelevante en términos de ocupación territorial y consumo de recursos.

Durante la operación, el principal efecto acumulativo que se tendrá, será el de efecto barrera sobre la movilidad de especies de fauna, no obstante, la obra propuesta coincide con la oportunidad de restablecer la conectividad de un sistema históricamente dividido. La propuesta de construir pasos de fauna tanto en la carretera que se plantea construir, como en la carretera actual carente de ellos, determina el potencial ambiental de construcción de esta nueva obra.

De la valoración realizada, se estimó que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos que, en el contexto del SAR son también irrelevantes.

No se omite indicar que, hasta cierto punto, en toda evaluación ambiental existe un grado de incertidumbre sobre los impactos ambientales derivado de la complejidad de los sistemas naturales. Para minimizar esta posible fluctuación el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas, incluso, para los impactos ambientales de mínima magnitud. Las medidas específicas y aquellas planteadas bajo Programas particulares permiten que el proyecto incida favorablemente tanto en el proyecto como en el contexto del Sistema Ambiental Regional.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.
- En el presente documento, se han propuesto medidas y estrategias, tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

Como se menciona en la literatura sobre infraestructura vial y en las políticas del gobierno federal y estatal, el desarrollo de obras viales se debe realizar de manera amigable y en su caso sustentable con el medio ambiente, por lo que el mejor escenario para el proyecto es el escenario con el desarrollo del proyecto y la adecuada implementación de las medidas de mitigación propuestas, ya que si es cierto, que el cambio dentro del SAR continuará de manera gradual, las medidas como la reforestación, conservación de suelos, construcción de pasos de fauna silvestre y rescate y reubicación de flora, reducirán la velocidad de cambio y en cierto punto detendrán la perdida de la cobertura forestal, que es la mayor actividad que afecta al SAR. Esto se puede observar de manera gráfica en la matriz de evaluación de los escenarios, en la cual el escenario con medidas de mitigación es el que mayor beneficio presenta en relación a los demás escenarios.

Tabla VII.1 Matriz de valoración de escenarios posibles para el proyecto.

Escenario	cobertura forestal	Fauna silvestre	Factores			Desarrollo económico	Desarrollo social	Plusvalía de los terrenos	Accesibilidad	Sumatoria total
			Suelo	Agua	Aire					
Sin proyecto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**18**
Con proyecto/sin medidas de mitigación	1	1	1	1	1	3	3	3	3	**17**
Con proyecto y medidas de mitigación	3	3	3	3	3	3	3	3	3	**27**

Donde: 1= disminuye el servicio o valor, 2= se mantiene igual el servicio o valor y 3= aumenta el servicio o valor.

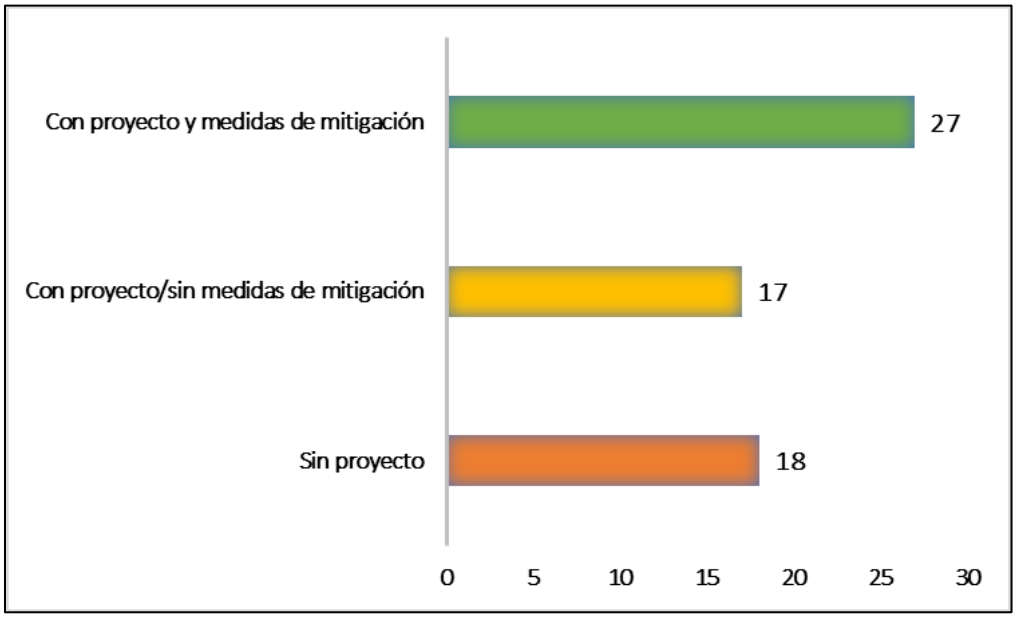


Figura VII.9 Valoración de los escenarios del proyecto.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con el entorno del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto.

VII.2 Selección de trayectoria

Pensando en reducir la superficie de apertura del camino y reducir la afectación a la vegetación forestal, así como llevar a cabo la construcción de una vía de comunicación segura y eficaz. Teniendo en cuenta que la superficie entre Chemax y Chechmil es plana sin grandes diferencias de altura, se propuso seguir una trayectoria en línea recta y desarrollando una carretera tipo D de 6.0 metros de ancho de calzada, 7.0 metros de ancho de corona con acotamientos de 0.50 metros a cada lado del camino, un dato a favor, es que al seguir una trayectoria en línea recta se lleva a cabo un ahorro material y en el proceso constructivo,

además en cuanto a impacto ambiental, al elegir este eje del proyecto, reduce los impactos ambientales en comparación de trazar un eje diferente.

Con lo anterior, el trazo elegido por la oficina técnica del Centro SCT Yucatán, brindará seguridad y operatividad del mismo al eliminar algunas curvas horizontales, sin afectar las construcciones existentes y en lo posible reduciendo afectar la vegetación forestal colindante al proyecto.

Por lo que la trayectoria seleccionada evitará:

- Causar conflictos sociales con los pobladores de Chemax, Chechmil y rancherías cercanas.
- Evitar conflictos sociales con los propietarios de los terrenos aledaños a camino.
- Evitar la mínima afectación ambiental.
- Reducir los costos de construcción al seguir parte del camino actual.

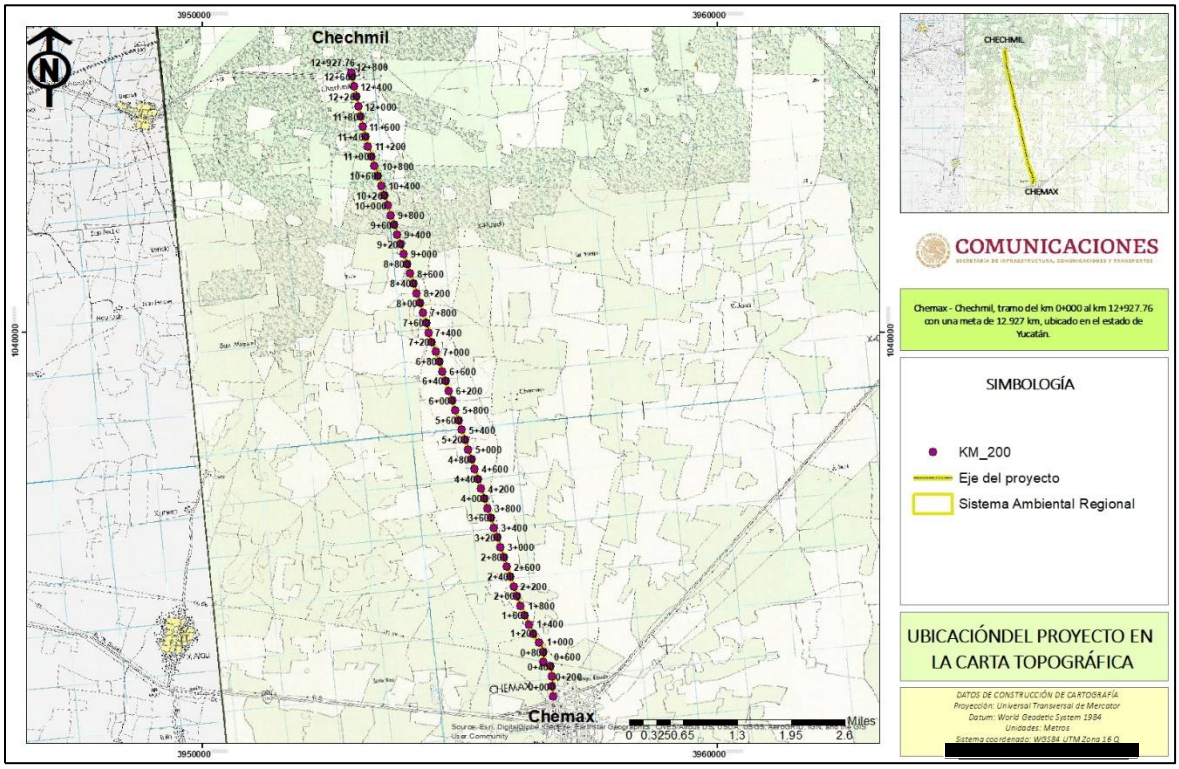


Figura VII.10 Trayectoria seleccionada.



Figura VII.11 Condiciones del camino elegido para llevar a cabo el proyecto.

VII.3 Pronostico ambiental

El proyecto de construcción del camino entre las localidades de Chemax y Chechmil, se ubica en una zona altamente perturbada por la presencia de zonas agrícolas y asentamientos humanos, por lo que ha perdido notablemente su naturalidad con el entorno que lo rodea, aunado a esto la fauna silvestre se ha desplazado a zonas con mejores condiciones de naturalidad y la vegetación presente corresponde a especies secundarias de selva mediana subcaducifolia, por lo que no se registraron especies de flora en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y de fauna se registraron 3 especies en algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, es importante llevar a cabo la implementación de todas las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI es este documento, para evitar el desequilibrio ambiental que pudiera ocasionar la modernización del camino.

La trayectoria seleccionada es la más adecuada, ya que se trazara un camino en línea recta el cual minimiza el impacto ambiental y la afectación a los propietarios de los predios aledaños al camino, requiriendo una superficie de 14.73 hectáreas, de las cuales, solo 11.67 hectáreas presentan vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, ya que en las zonas cercanas a las localidades de Chemax y Chechmil, el estado de conservación de las áreas forestales es regular; sin embargo, como medida compensatoria se estará llevando a

cabo la reforestación de una superficie 23.34 hectáreas dentro del Sistema Ambiental Regional con especies nativas de la comunidad vegetal de selva mediana subcaducifolia, por lo que el proyecto se considera ecológicamente viable y socialmente aceptable.

Es importante mencionar, que la modernización del camino no implicará la modificación del medio ambiente del SAR, ya que el cambio lleva tiempo desarrollándose como parte del crecimiento poblacional y demanda de recursos, la modernización del camino permitirá el desarrollo económico y social de la región, pero principalmente la comunicación de manera segura y rápida hacia la capital del estado.

La implementación de las acciones de prevención, mitigación y compensación propuestas en el capítulo VI de este documento, permitirá que el proyecto no cauce desequilibrios ambientales dentro del SAR, pero principalmente creando un proyecto viable con el medio ambiente, que respete a la flora y fauna que se encuentra y desplaza por el área del proyecto.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

CAPÍTULO VIII

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental.

Tabla de contenido

VIII.1 Presentación de la información 2
VIII.1.1 Cartografía 2
VIII.1.2 Fotografías 3
VIII.2 Otros anexos 3
VIII.3 Memorias 3
VIII.4 Metodologías 4
VIII.4.1 Metodología para la identificación de flora del SAR, AI y AP 4
VIII.4.1.1 Análisis cuantitativo de la flora del SAR, AI y AP 5
VIII.4.2 Metodología para la identificación de fauna silvestre del SAR, AI y AP 7
VIII.4.2.1 Análisis cuantitativo de la fauna silvestre del SAR, AI y AP 10
VIII.4.3 Metodología para la cuantificación de los impactos ambientales 11

Capítulo VIII

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental.

VIII.1 Presentación de la información

La información contenida en el estudio ambiental referido es real y fidedigna, los datos en el estudio se obtuvieron empleando las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, se usó la mayor y mejor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales que pudiera causar el proyecto. El estudio cumple con lo establecido en el Artículo 247 del Código Penal Federal y el Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

VIII.1.1 Cartografía

Los mapas utilizados en la ilustración del proyecto presentan los elementos básicos y necesarios para la interpretación del mapa.

- Título: Objetivo del mapa
- Punto cardinal: Rosa de los vientos indicando el norte geográfico.
- Datum: WGS84
- Sistema de coordenadas: Coordenadas *Universal Transverse Mercator* (UTM).
- Escala: Barra de escala en metros.
- Simbología: Elementos descritos en el mapa.
- Zona UTM: 16 Q.

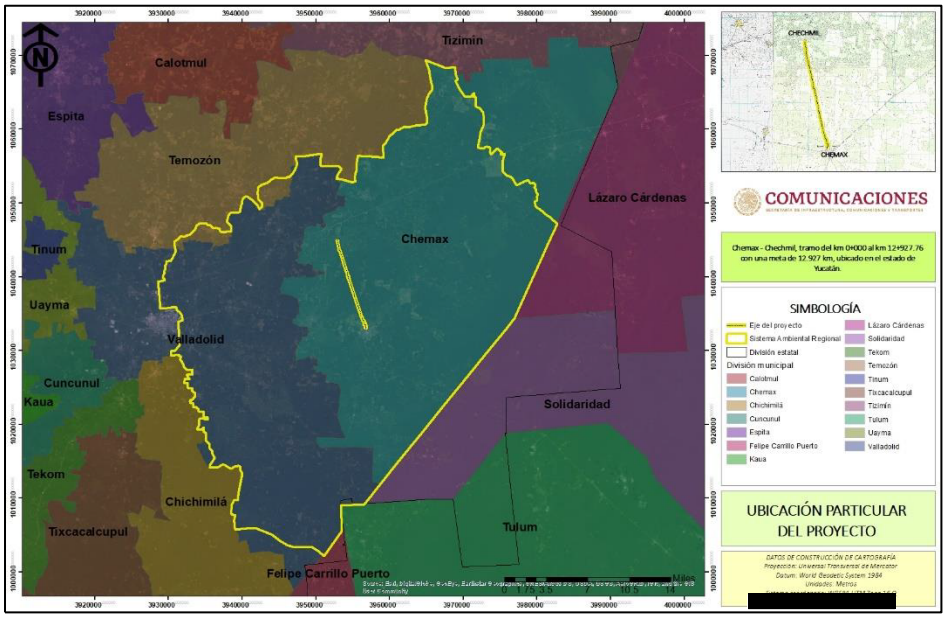


Figura VIII.1 Ejemplo de la cartografía utilizada en el estudio de impacto ambiental.

VIII.1.2 Fotografías

Las imágenes fotografías utilizadas en la ilustración del estudio de impacto ambiental son recientes y corresponden al Área del Proyecto (AP), Área de influencia (AI) y del Sistema Ambiental Regional (SAR), en las fotografías aparece la fecha y hora de la captura fotográfica.



Figura VIII.2 Fotografías tomadas en el área del proyecto.

VIII.2 Otros anexos

Durante la elaboración del estudio de impacto ambiental para el proyecto se generaron archivos que complementan la información vertida en el estudio, estos anexos comprenden;

- Anexo I. Reporte fotográfico del cadenamiento del proyecto cada 200 metros.
- Anexo II. Reporte fotográfico de flora.
- Anexo III. Especies de fauna silvestre en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Anexo IV. Especies propuestas para las acciones de reforestación.

VIII.3 Memorias

Durante los análisis técnicos realizados para la elaboración del proyecto, se generaron archivos en formato Excel y shapefile, los cuales complementan la información vertida en el estudio, estos archivos comprenden;

Archivos Excel.

- Vértices del Sistema Ambiental Regional.
- Vértices del área de influencia.
- Coordenadas UTM del cadenamiento cada 200 metros.

Archivos shapefile.

- Sistema Ambiental Regional.
- Área de influencia.
- Eje del camino.
- Línea de ceros.

- Polígonos forestales.

VIII.4 Metodologías

VIII.4.1 Metodología para la identificación de flora del SAR, AI y AP

Metodología empleada en la identificación de la comunidad de bosque de pino - encino presentes en el proyecto y SAR, se encuentra dividida en dos etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapa 1: De gabinete

En primer término, se realizó una revisión bibliográfica sobre estudios de vegetación y flora que se han realizado en la región donde se ubica el proyecto y zonas adyacentes, así como de los aspectos abióticos relevantes (relieve, suelo, geología, hidrología, clima etc.) a fin de tener un conocimiento previo del sistema ambiental. Posteriormente, se procedió al análisis preliminar de la información y se elaboró una lista florística de las especies que se distribuyen en el área del proyecto.

Etapa 2: De campo y determinación

El trabajo de campo consistió en el reconocimiento y caracterización de las comunidades vegetales que se distribuyen a lo largo del área de influencia del proyecto. Se inició con un recorrido general en el trazo propuesto ubicando los puntos de inicio y fin, así como los principales puntos de inflexión. Se evaluó el paisaje y se seleccionaron las técnicas de muestreo a desarrollar, para lo cual y considerando que la vegetación que actualmente se desarrolla ha estado sujeta a diferentes factores de perturbación, presentando modificaciones en su estructura y composición florística, se optó por realizar muestreos dirigidos, lo anterior con el fin de tener una identificación de las especies que se desarrollan a las orillas del camino y de las comunidades vegetales que se desarrollan en el Sistema Ambiental Regional.

Tomando en cuenta lo anterior, se planteó la realización de muestreos rectangulares de 40 metros de largo por 10 metro de ancho cubriendo una superficie de 400 m^2, para el estrato arbóreo y 200 m^2 para el estrato arbustivo y 1 m^2 para el estrato herbáceo.

Los muestreos lineales de basaron en:

- Longitud de 40 metros por 10 metro de ancho, para cubrir una superficie de 400 metros cuadrados.
- Contabilizar las especies arbóreas con un DAP superior a 5 com.
- Se ajusta dicha área a las condiciones de la vegetación encontrada en la línea de ceros (área de afectación forestal por desarrollo del proyecto)

- Se utilizaron las mismas dimensiones del sitio de muestreo en todos los sitios muestreados.

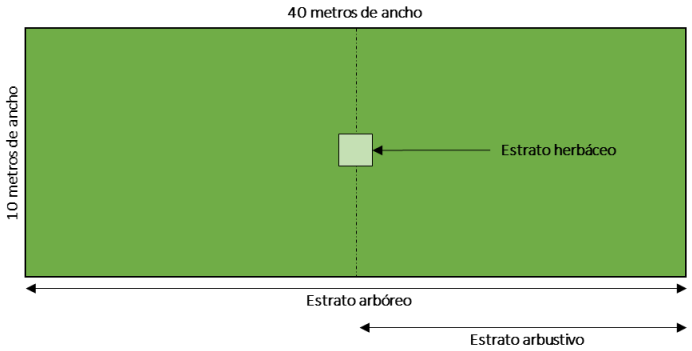


Figura VIII.3 Diagrama de muestreo empleado en el muestreo de vegetación.

Para la identificación de especies se emplearon dos técnicas:

Identificación *in situ* de los árboles y arbustos que presentaron estructuras reproductivas (flor y/o fruto), o en caso contrario, se utilizaron las características de las cortezas (morfología, olor, color, textura). Cabe mencionar, que el uso de las estructuras anatómicas para la identificación de especies fue particularmente importante, para la mayoría de los elementos florísticos de la cubierta vegetal.

Colecta de plantas en floración y fructificación que no se determinaron en el lugar, las cuales se prensaron siguiendo la técnica para preparar especímenes botánicos según Gaviño *et al.,* (1972) y Lot y Chiang, (1986).



Figura VIII.4 Muestreos de vegetación en el área del proyecto.

VIII.4.1.1 Análisis cuantitativo de la flora del SAR, AI y AP

Esta etapa consistió en la sistematización y análisis de la información recopilada en las dos etapas anteriores. Básicamente se logró la descripción de la composición florística y estructural en cada uno de los puntos de muestreo establecidos en campo. Para evaluar la

contribución estructural de las especies en el área de estudio se utilizó la estimación de las siguientes variables estructurales: abundancia, cobertura, frecuencia e índice de valor de importancia.

IVI= Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

Dominancia relativa= (Dominancia absoluta por especie / Dominancia absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Dominancia absoluta = Cobertura de una especie / Área muestreada

La cobertura de las especies florísticas se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB= (\pi*d*L)/2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

Densidad relativa= (Densidad absoluta por cada especie / Densidad absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Densidad absoluta= Número de individuos de una especie / Área muestreada

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

Frecuencia relativa= (Frecuencia absoluta por cada especie / Frecuencia absoluta de todas las especies) X 100

Donde:

Frecuencia absoluta= Número de cuadros en los que se presenta cada especie / Número total de cuadros muestreados.

Para el análisis de la estructura vegetal se aplicaron los siguientes índices de diversidad;

Índice de Margalef (D_{Mg})

$$D_{Mg}= (S-1) / (LnN)$$

Donde

S= número de especies

N= número total de individuos

Supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos. Si esto no es cierto, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Villarreal et al., 2004). El rango de valores es de: 1.5; bajo, 3.25; medio y 6; alto.

Índice de Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \Sigma p_i \, Ln \, p_i \quad y \quad \Sigma p_i = 1$$

Donde

P_i= Abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Para adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse influenciado por las especies más abundantes (Villarreal et al., 2004).

Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de los sitios de muestreo. El rango de valores es de: 1.5 bajo, 2.27 medio y 3.5 alto.

VIII.4.2 Metodología para la identificación de fauna silvestre del SAR, AI y AP

De acuerdo con la composición faunística de la zona del proyecto, este posee una diversidad representada principalmente por el grupo de las aves, bajo esta premisa y con el fin de caracterizar la fauna presente en el área del proyecto, se realizaron avistamientos por transectos y colocación de cámaras trampa, los cuales fueron complementados con técnicas especiales para cada tipo de fauna. Los muestreos fueron realizados durante 15 días en el mes de marzo del 2023.

- Transectos. Las técnicas de observación permiten realizar censos o monitoreo de los individuos que se encuentran en el sitio de estudio, siempre y cuando el total del área o la muestra sea cubierto o sea representativa a la población bajo estudio, que todos los animales sean localizados o tengan la probabilidad de serlo, y que estos sean contados con exactitud y poca variabilidad. Sin embargo, existe la posibilidad de que algún individuo no sea observado; es decir un error estándar determinado (Bautista *et al.* 2004).



Figura VIII.5 Vista de las actividades de muestreo de fauna silvestre (transectos).

- Cámaras-trampa. Las cámaras trampas son un método eficiente para registrar especies que se desplazan grandes distancias, que presentan baja densidad y/o que son solitarios o viven en grupos pequeños. Es un método práctico para muestrear mamíferos de mediano a gran tamaño, y también es un método no invasivo que requiere poco esfuerzo (pocas horas de entrenamiento) cuando se compara con otros métodos alternativos. (Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Aves. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 2006.).



Figura VIII.6 Vista de las actividades de muestreo de fauna silvestre (cámaras-trampa).

Bajo este contexto a continuación se describe cada una de las metodologías empleadas para la caracterización de la fauna presente en el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental regional.

Anfibios, Reptiles

Se utilizó el método de muestreo en transectos, el cual permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Heyer, 1994). El procedimiento correspondió a las siguientes etapas:

- Elección del transecto: el punto de partida quedo definido por el tipo de hábitat y tipo de especie, potencialmente presente. Todos los transectos fueron realizados dentro del área del proyecto.

- Longitud del transecto: cada transecto se realizó en una distancia aproximada de 200 m.

- Muestreo: cada transecto se recorrió a pie, se registraron todos los individuos avistados en una franja de 10 metros. Cada 50 m se realizó una exhaustiva revisión del área circundante (dentro de la franja) especialmente bajo piedras y remoción somera de sustratos.

Aves

Se utilizó el método de muestreo en transectos de franja fija, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Bibby et al. 1993). El procedimiento correspondió a las siguientes etapas.

- Elección del transecto: correspondieron a transectos en el área del proyecto.

- Longitud del transecto: cada transecto se recorrió de forma lineal, haciendo estancias a cada 20 m y realizando avistamientos en una franja de 20 m, a partir del eje del transecto. Los transectos corresponden a una distancia de 200 m.

- Muestreo: el transecto se recorrió a pie, registrando todos los individuos avistados dentro de la franja, mediante binoculares ornitológicos.

Mamíferos

Para la determinación de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de fecas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares, esto por la dificultad para avistarlos.

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más reciente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay, 2001).

Los transectos se establecieron en un diseño estratificado abarcando el área del proyecto. Asimismo, la longitud de los transectos fue variada, ya que de acuerdo con Conner *et al*. (1983), Linhart y Knowlton (1976) y Stephens *et al*. (2006) la longitud entre cada transecto o punto de observación puede existir una variación, de acuerdo con el tamaño de la especie. Asimismo, la separación entre transectos depende de la especie en blanco, y está dada por dos parámetros: el diámetro de ámbitos hogareños (Zielinski y Stauffer 1996), esta medida

nos permite, por un lado, reducir la probabilidad de contar a un individuo dos veces, y reduce la posibilidad de sobreestimar las poblaciones.

A lo largo de estos transectos se pueden obtener diferentes registros, los más utilizados son el número de huellas/distancia recorrido, número de excretas/distancia recorrido, y en casos excepcionales número de individuos observados por distancia (Wilson y Delahay 2001).

VIII.4.2.1 Análisis cuantitativo de la fauna silvestre del SAR, AI y AP

Con el objetivo de conocer el estado de conservación de la fauna silvestre que se desplaza por el área del proyecto, se aplicaron los índices de diversidad, riqueza, abundancia y equitatividad, cabe mencionar, que estos índices se aplicaron a toda la población faunística encontrada y no por grupos, ya que todas las especies se encuentran conviviendo dentro del ecosistema, además de forma directa o indirecta se encuentran relacionadas dentro de la cadena alimenticia o como parte simbiótica entre las especies.

A continuación, se describen los índices aplicados a la comunidad faunística del área del proyecto.

Índice de Margalef (D_{Mg})

$$D_{Mg} = (S-1) / (LnN)$$

Donde

S= número de especies

N= número total de individuos

Supone una relación entre el número de especies y el número total de individuos. Si esto no es cierto, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Villarreal et al., 2004). El rango de valores es de: 1.5; bajo, 3.25; medio y 6; alto.

Índice de Simpson (S)

$$S = \Sigma(n^2 / N^2) = \Sigma p_i^2$$

Donde

P_i= Abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (Villarreal et al., 2004).

Este índice se encuentra fuertemente influenciado por las especies más dominantes, sin embargo, mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en los sitios de muestreo sean de la misma especie. El rango de valores es de: 0 (bajo), 0.5 (medio) y 1 (alto).

Índice de Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \Sigma p_i \, Ln \, p_i \quad y \quad \Sigma p_i = 1$$

Donde

P_i= Abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Para adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse influenciado por las especies más abundantes (Villarreal et al., 2004).

Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de los sitios de muestreo. El rango de valores es de: 1.5 bajo, 2.27 medio y 3.5 alto.

Equitatividad (E)

Además, se calculó la equitatividad de la comunidad, es decir cómo se distribuyen los individuos entre las especies. Para ello se calculó el valor de la diversidad máxima como:

$$H'_{max} = Log \, S$$

Log = Logaritmo base 2

Y el de equitatividad:

$$E = H' / H'_{max}$$

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

VIII.4.3 Metodología para la cuantificación de los impactos ambientales

Para la valoración de la Importancia de los impactos ambientales, se aplicó una fórmula de las más comunes para calcular la importancia de los impactos, (*Garmendia et. al. 2006*). El cálculo numérico de la Importancia (Im) se realiza a partir de la suma de los valores obtenidos para una serie de atributos a valorar que son los siguientes:

Tabla V.4 Valores cualitativos para las afectaciones ocasionadas por el proyecto.

Valoración de impactos			
Atributos a valorar	Característica del atributo	Valor del atributo	
SIGNO	Efecto benéfico o perjudicial.	Mas	+

Valoración de impactos			
Atributos a valorar	Característica del atributo	Valor del atributo	
		Menos	-
INTENSIDAD (In)	Grado de destrucción del factor ambiente.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	6
		Total	10
EXTENSIÓN (E)	Área afectada.	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
		Total	6
		Crítica	4
MOMENTO (Mo)	Plazo de manifestación.	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2
		Inmediato	4
		Crítico	4
ACUMULACIÓN (A)		Simple	1
		Acumulativo	3
		Sinérgico	6
PERSISTENCIA (P)	Permanencia del efecto.	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4
REVERSIBILIDAD (Rv)	Medios naturales.	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Largo plazo	3
		Irreversible	4

Valoración de impactos			
Atributos a valorar	Característica del atributo	Valor del atributo	
RECUPERABILIDAD (Rc)	Mitigación por medios humanos.	Recuperable de manera inmediata	1
		Recuperable a corto plazo	2
		Recuperable a mediano plazo	4
		Recuperable a largo plazo	6
		Irrecuperable	8
PERIODICIDAD (Pr)	Patrón de ocurrencia de un impacto.	Discontinuo	1
		Periódico	2
		Continuo	4
EFECTO (Ef)	Direccionalidad del impacto	Directo	3
		Indirecto secundario	2
		Indirecto terciario	1

Una vez que se establecieron los valores cualitativos se procederá a describir cada uno de ellos y la valoración que puede tomar cada atributo, por lo que se explican a continuación:

- SIGNO

El signo puede ser positivo (+) o negativo (-), según sea el efecto benéfico o perjudicial.

Efecto positivo. Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Efecto negativo. Aquel que se traduce en pérdida de valor natural, estético, cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

- INTENSIDAD (IN)

Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en:

CATEGORÍA	VALOR

Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy Alta	6
Total	10

Estos valores son asignados por el panel de especialistas dependiendo de grado de afectación que se generará.

- EXTENSIÓN (E)

La extensión se divide en:

Puntual: cuando el impacto está muy localizado en un sitio (tiene un valor de 1).

Parcial: cuando el impacto se generará en más de un sitio del área de estudio (tiene un valor de 2).

Extenso: cuando los impactos se darán en una zona extensa del área de estudio sin abarcar su totalidad (tiene un valor de 4).

Total: cuando los impactos se presentarán en toda el área de estudio (tiene un valor de 6).

Se considera que la extensión del impacto será crítica si el valor es mayor de 4.

- MOMENTO (MO)

El momento es el plazo de manifestación del impacto, se divide en:

Largo plazo: cuando el impacto se presentará después de cinco años (tiene un valor de 1).

Mediano plazo: cuando el impacto se presentará entre uno y cinco años (tiene un valor de 2).

Inmediato: cuando el impacto se presente inmediatamente a tiempo cero y hasta el lapso del primer año (tiene un valor de 4).

Se considera un impacto crítico si el valor es igual a 4.

- ACUMULACIÓN (A)

La Acumulación. Se distingue entre efectos simples, acumulativos o sinérgicos según la forma de interaccionar con otros efectos. Se considera:

Simple: Cuando el impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuando su modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia (tiene un valor de 1).

Acumulativo: Aquel impacto que al propagarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal, similar a la del incremento del agente causante del daño (Tiene un valor de 3).

Sinérgico: Aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos (Tiene un valor de 6).

- PERSISTENCIA (P)

La persistencia se refiere a las características del impacto con relación al tiempo. Se divide en:

Fugaz: cuando el impacto desaparecerá inmediatamente después de que se produzca (Tiene un valor de 1).

Temporal: es aquel impacto que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse. (Tiene un valor de 2).

Permanente: es aquel impacto que supone una alteración indefinida en el tiempo sobre los factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar (Tiene un valor de 4).

- REVERSIBILIDAD (RV)

La definición del concepto de la reversibilidad habla de procesos naturales y de medio plazo. Es decir, que de forma natural y al cesar la acción, el medio sea capaz de eliminar el efecto. Se divide en las siguientes categorías:

Corto plazo: si el impacto perdura de forma natural más de dos años (Tiene un valor de 1).

Medio plazo: si perdura más de dos años y menos de cinco. (Tiene un valor de 2).

Largo plazo: Si el impacto persiste más de cinco años y menos de 10 (Tiene un valor de 3).

Irreversible: Si el impacto persiste por más de 10 años (Tiene un valor de 4).

- RECUPERABILIDAD O MITIGABILIDAD (RC)

Un impacto recuperable supone que el daño puede eliminarse por acción humana. Un impacto irrecuperable o no mitigable es aquel en que la alteración o daño que supone es imposible de reparar o restaurar por la acción humana. Se distingue en:

Recuperable de manera inmediata: si el impacto se puede mitigar en el mismo momento que se produzca (Tiene valor de 1).

Recuperable a corto plazo: es decir que el impacto sea mitigable en un lapso menor de dos años (Tiene valor de 2).

Recuperable a mediano plazo: si es factible de mitigarse en un lapso comprendido entre dos y cinco años. (Tiene un valor de 4).

Recuperable a largo plazo: Si el impacto se puede mitigar en un lapso comprendido entre cinco y diez años. (Tiene valor de 6).

Irrecuperable: Si el impacto solo se puede mitigar en un lapso mayor a diez años o bien que es imposible aplicar medidas para revertir el daño (Se le da un valor de más de 6).

- PERIODICIDAD (PR)

Es el patrón de ocurrencia de un impacto, se divide en:

Aperiódico o discontinuo: cuando el impacto no presenta un patrón de ocurrencia (tiene un valor de 1).

Periódico: cuando el impacto presenta una periodicidad de ocurrencia (tiene un valor de 2).

Continuo: Cuando el impacto se presenta de manera permanente (Tiene un valor de 4).

- EFECTO (EF)

Es la direccionalidad del impacto y su orden de secuencia, se divide en:

Directo o primario: es el primer impacto se presenta como resultado de una acción (3).

Indirecto secundario: si el impacto ocurre como resultado de otro impacto primario (2).

Indirecto terciario: si el impacto es resultado de un impacto secundario (1).

Los factores a analizar ecológicamente son el físico en el cual encontramos los factores aire, suelo y agua; el factor biológico entre los cuales se encuentran la vegetación y fauna; los factores estéticos y de interés humano como las vistas paisajísticas y las Áreas Naturales Protegidas y los factores socioeconómicos de población y economía. Para cada actividad por etapa en la realización del proyecto.

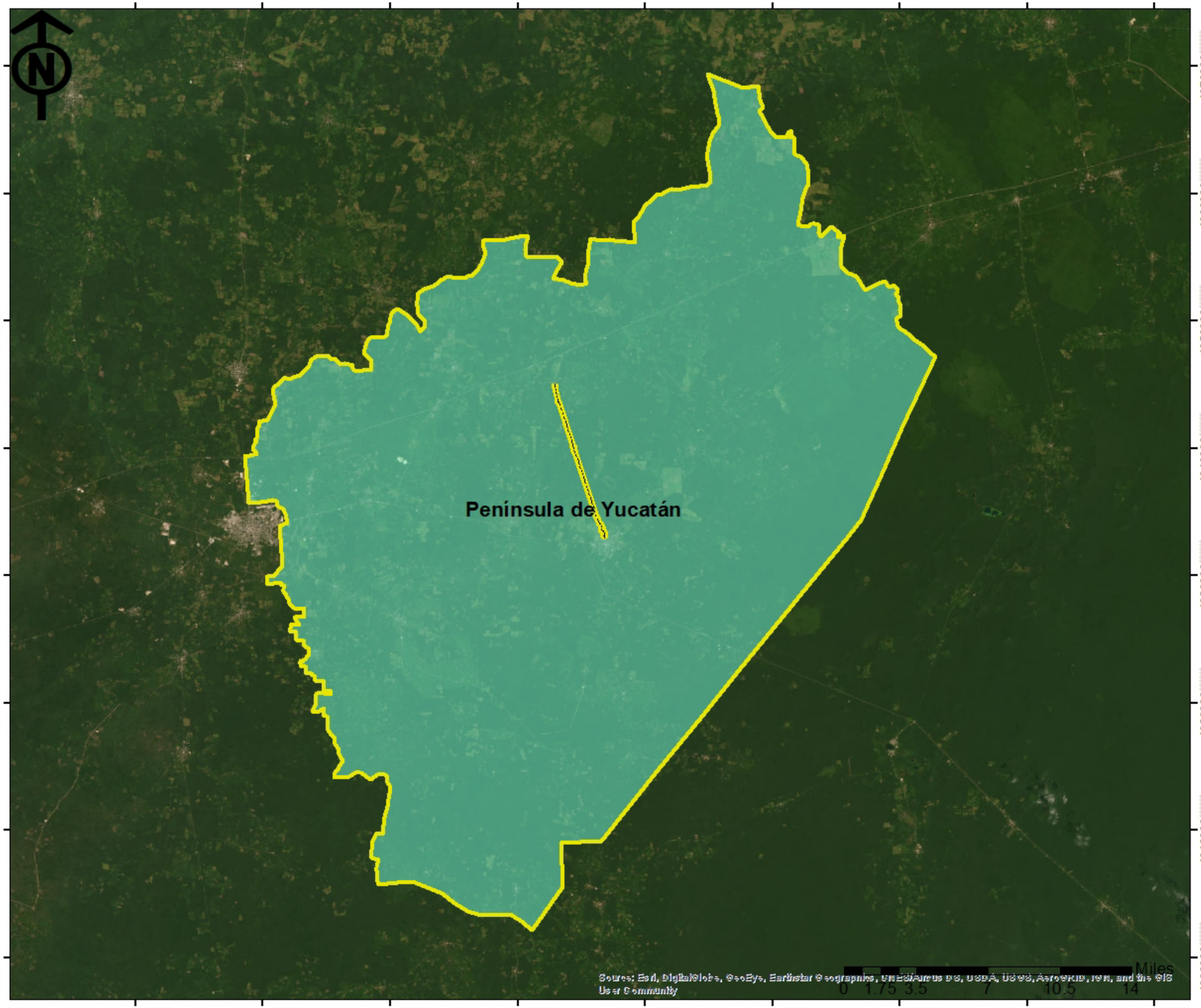
El valor asignado a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa se calculó con las siguientes fórmulas:

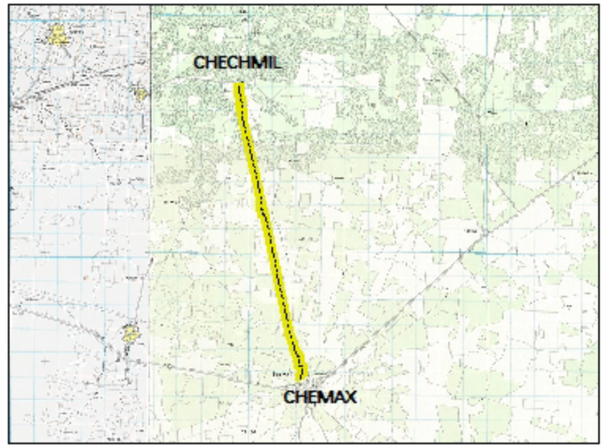
Formula 1 $Im = +/- (In + E + Mo + A + P + Rv + Rc + Pr + Ef)$

Dónde: el mínimo es el valor mínimo en valor absoluto que se puede alcanzar con la fórmula y Máximo es también el valor máximo en valor absoluto.

La Fórmula 2 es la expresión normalizada de la Fórmula 1, como resultado de la Formula 2, se obtendrán valores en un rango entre 0 y 1. Mientras más se acerque el valor a 0, el impacto tendrá una menor importancia, por el contrario, si el valor es tendiente a 1, su importancia será mayor.

Se consideran como impactos significativos, aquellos que estuvieron por arriba del valor de 0.5. Es importante señalar que previamente a la identificación y evaluación de impactos se han realizado una serie de consideraciones que sirven como fundamento para el planteamiento del análisis de impactos.





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

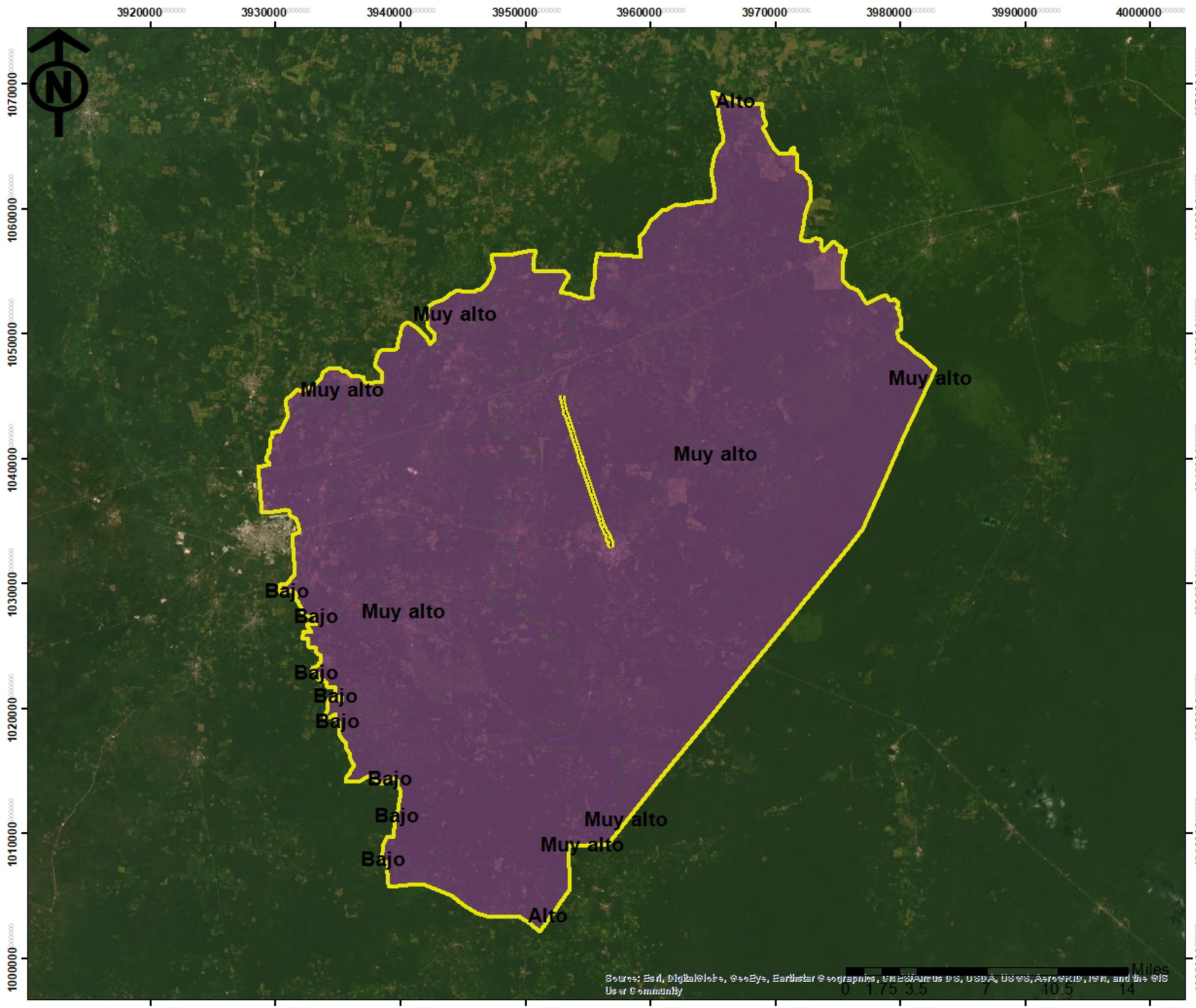
Sistema Ambiental Regional

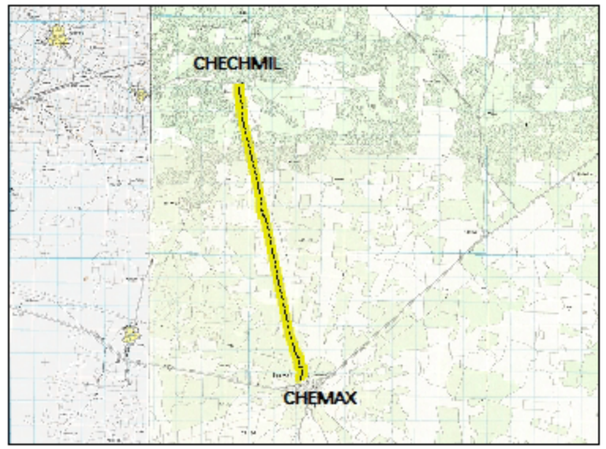
Acuífero

Península de Yucatán

ACUÍFEROS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

Sistema Ambiental Regional

Grado de afectación

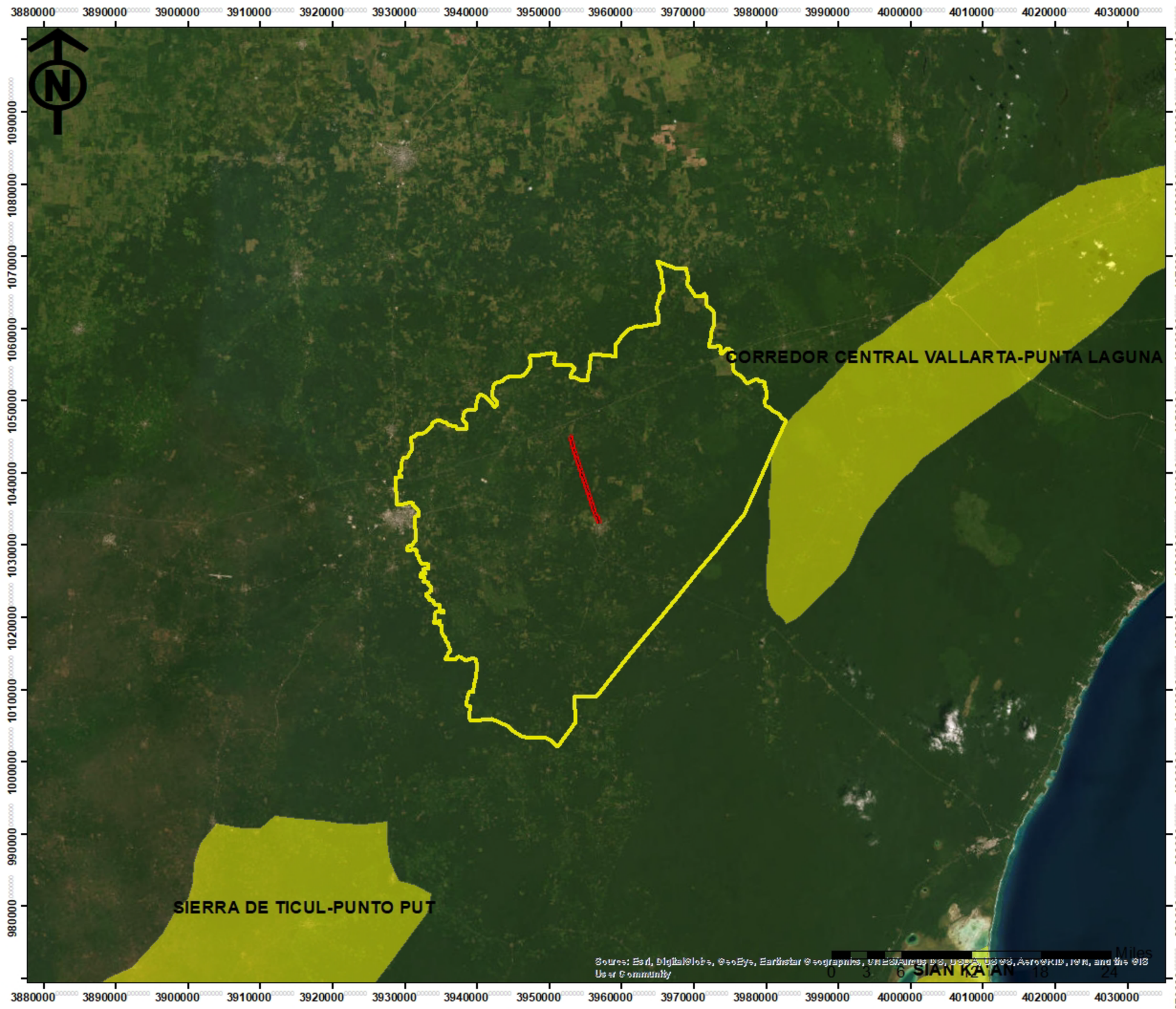
Alto

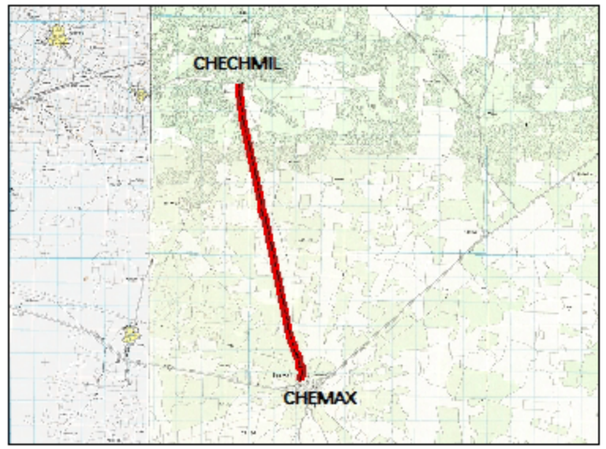
Bajo

Muy alto

GRADO DE AFECTACIÓN POR CICLONES TROPICALES EN EL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- AICA

ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

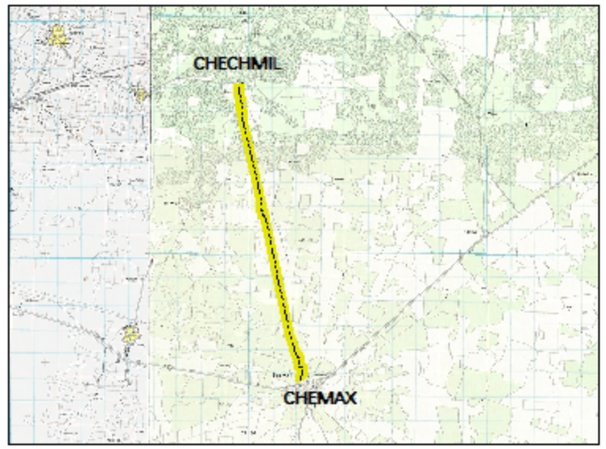
3950000

3960000

1040000

Chechmil

Chemax



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

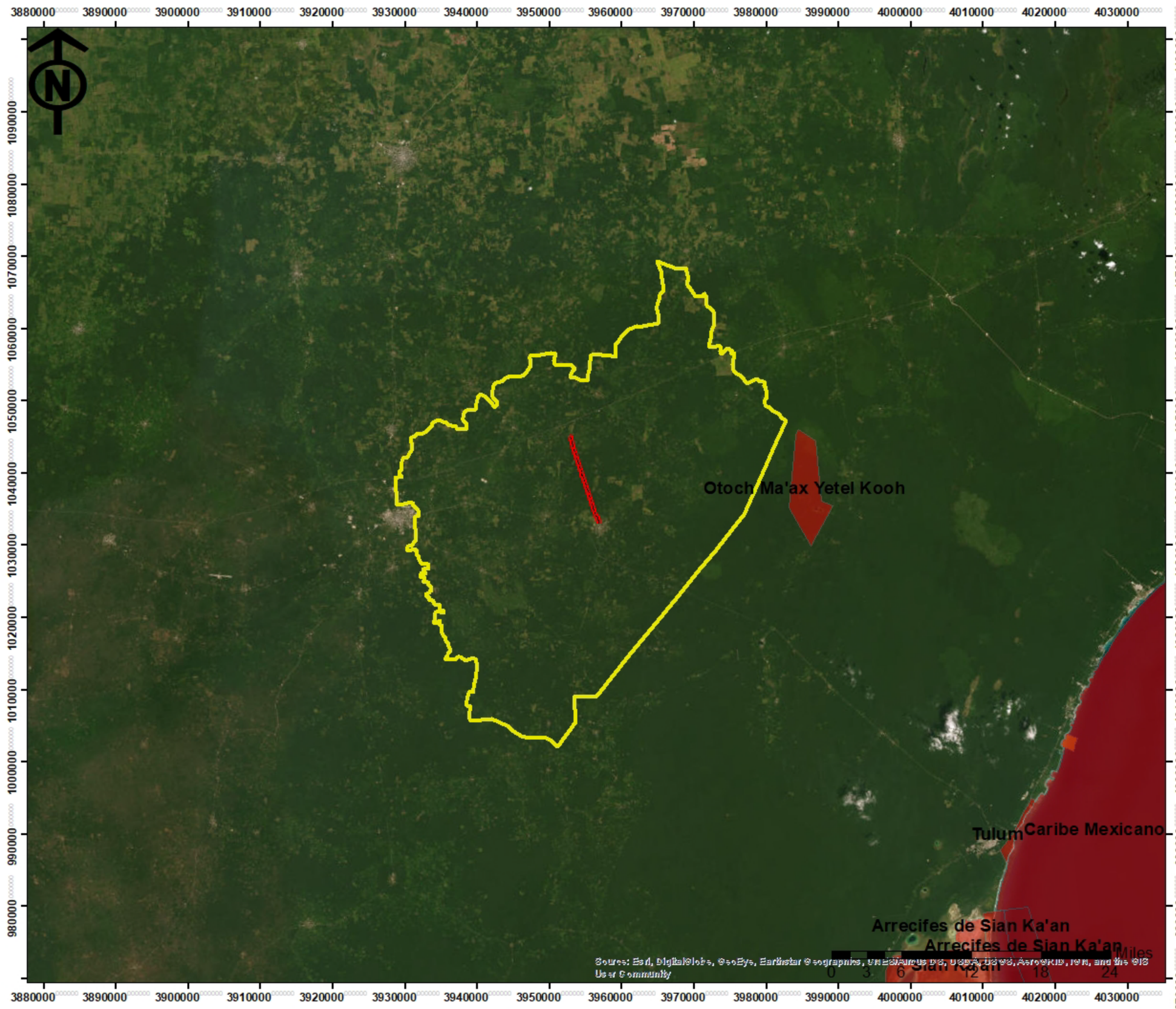
- Eje del proyecto
- Área de influencia
- Sistema Ambiental Regional

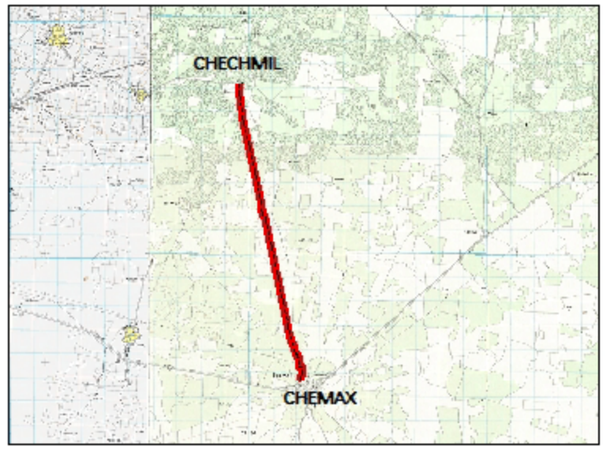
ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Miles





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

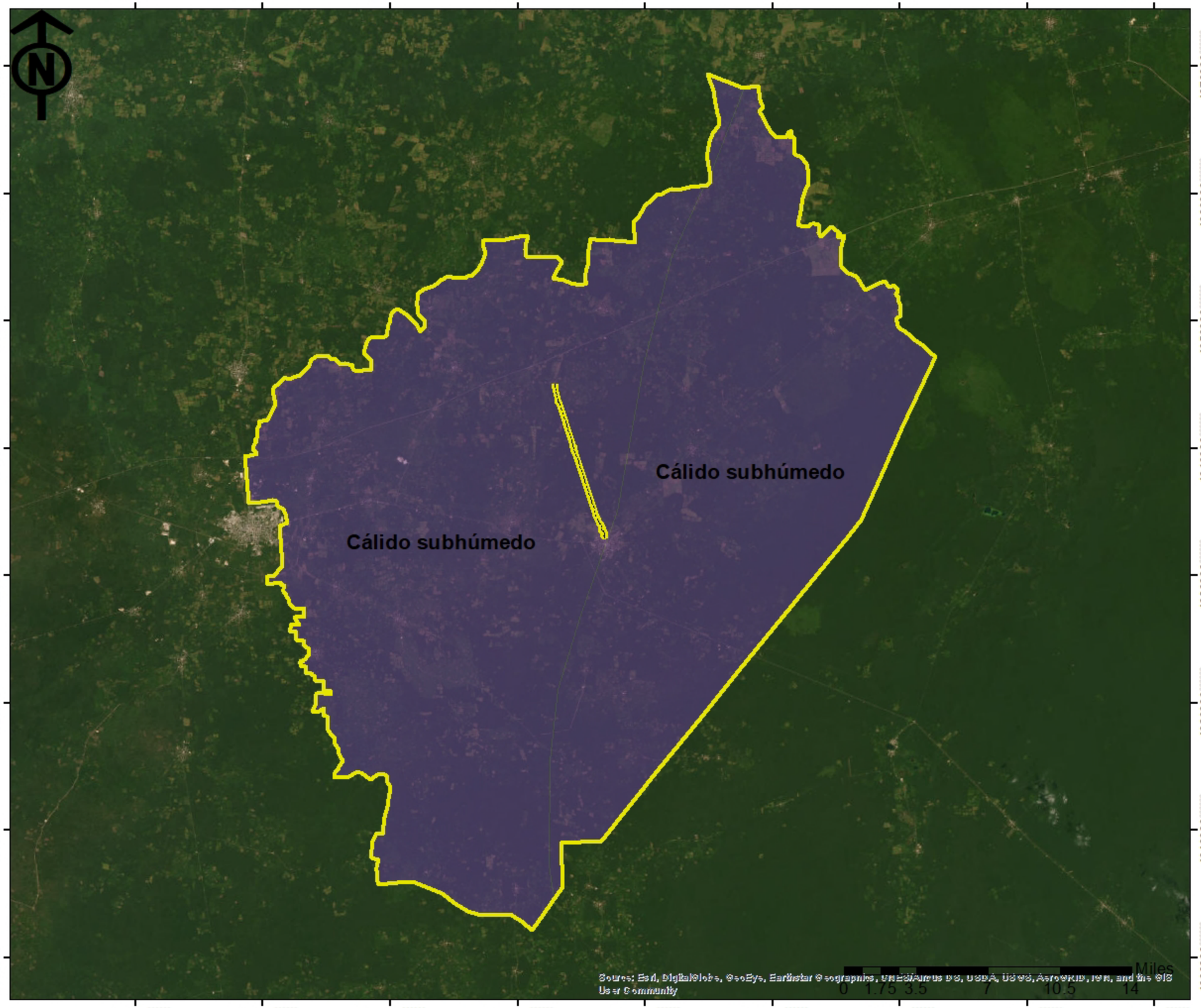
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

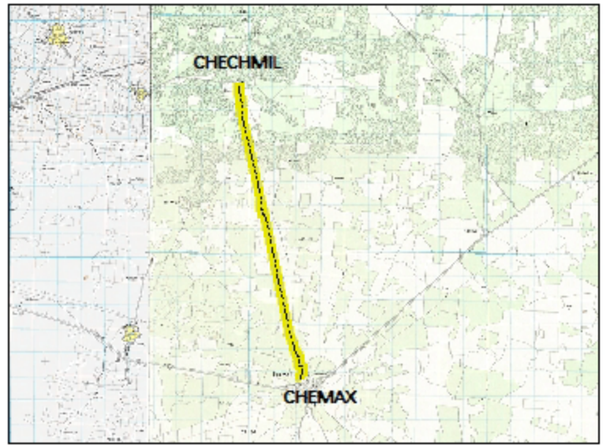
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- ANP Federal
- ANP Estatales

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

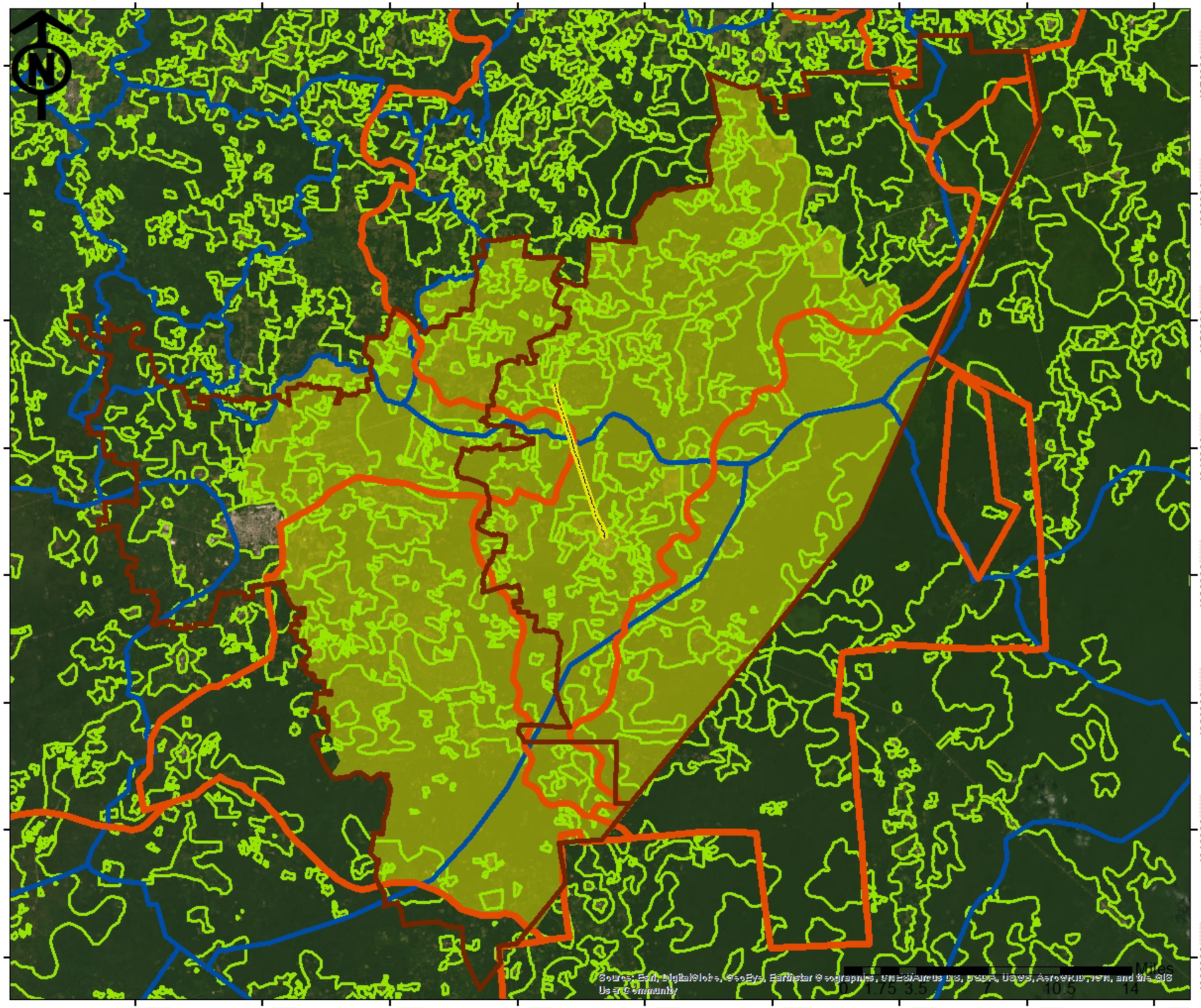
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

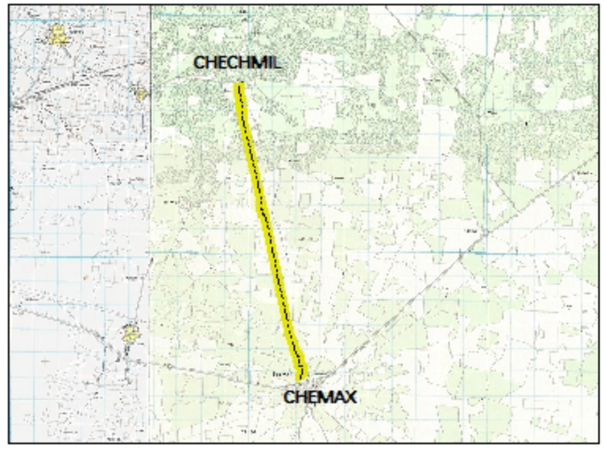
Tipo de clima

- Cálido subhúmedo

CLIMA DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

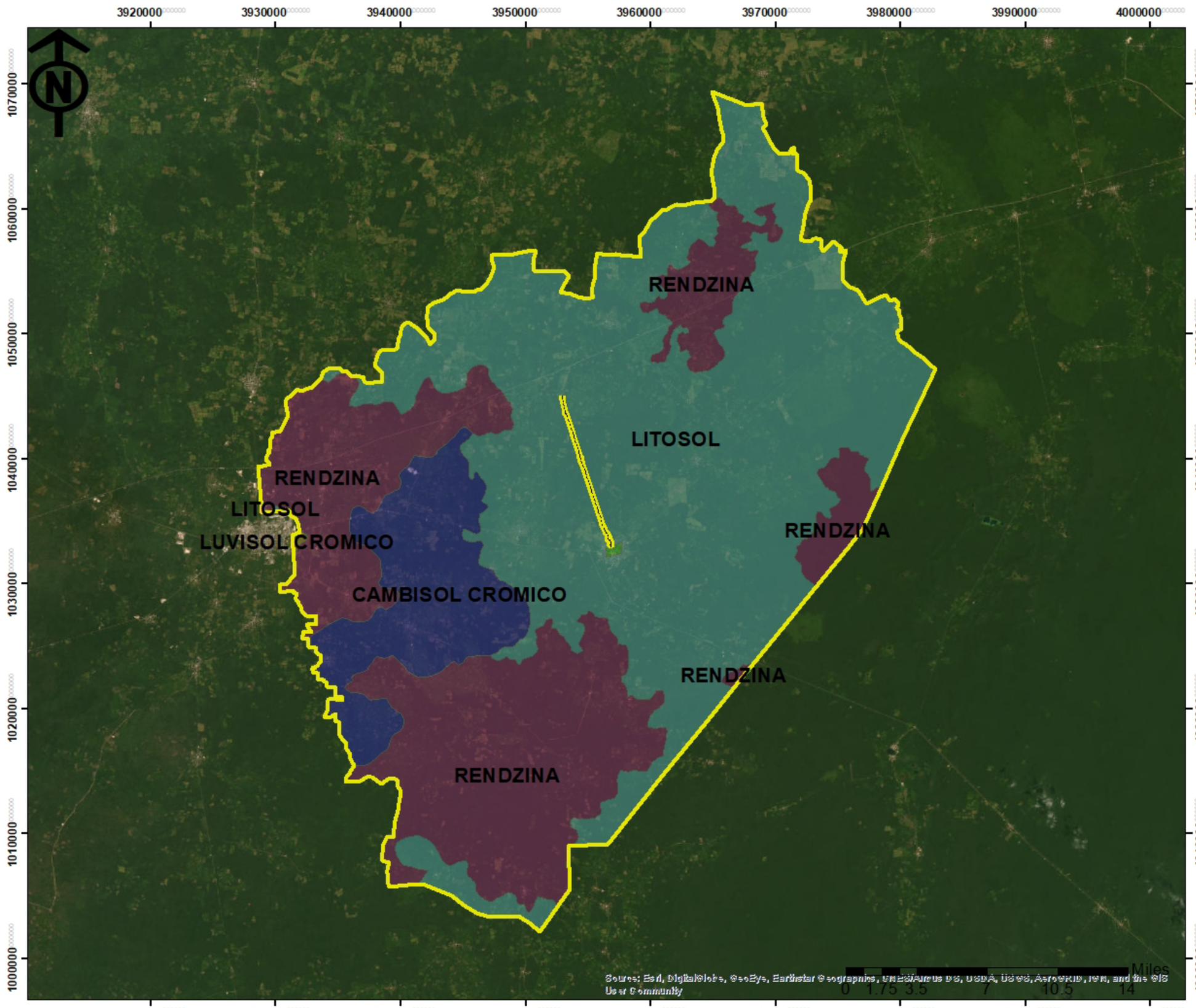
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

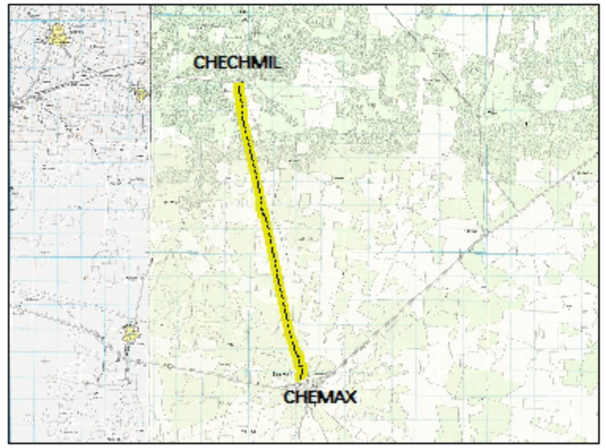
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- División municipal
- POETY
- Microcuencas
- Uso de suelo y vegetación
- Sistema Ambiental Regional

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

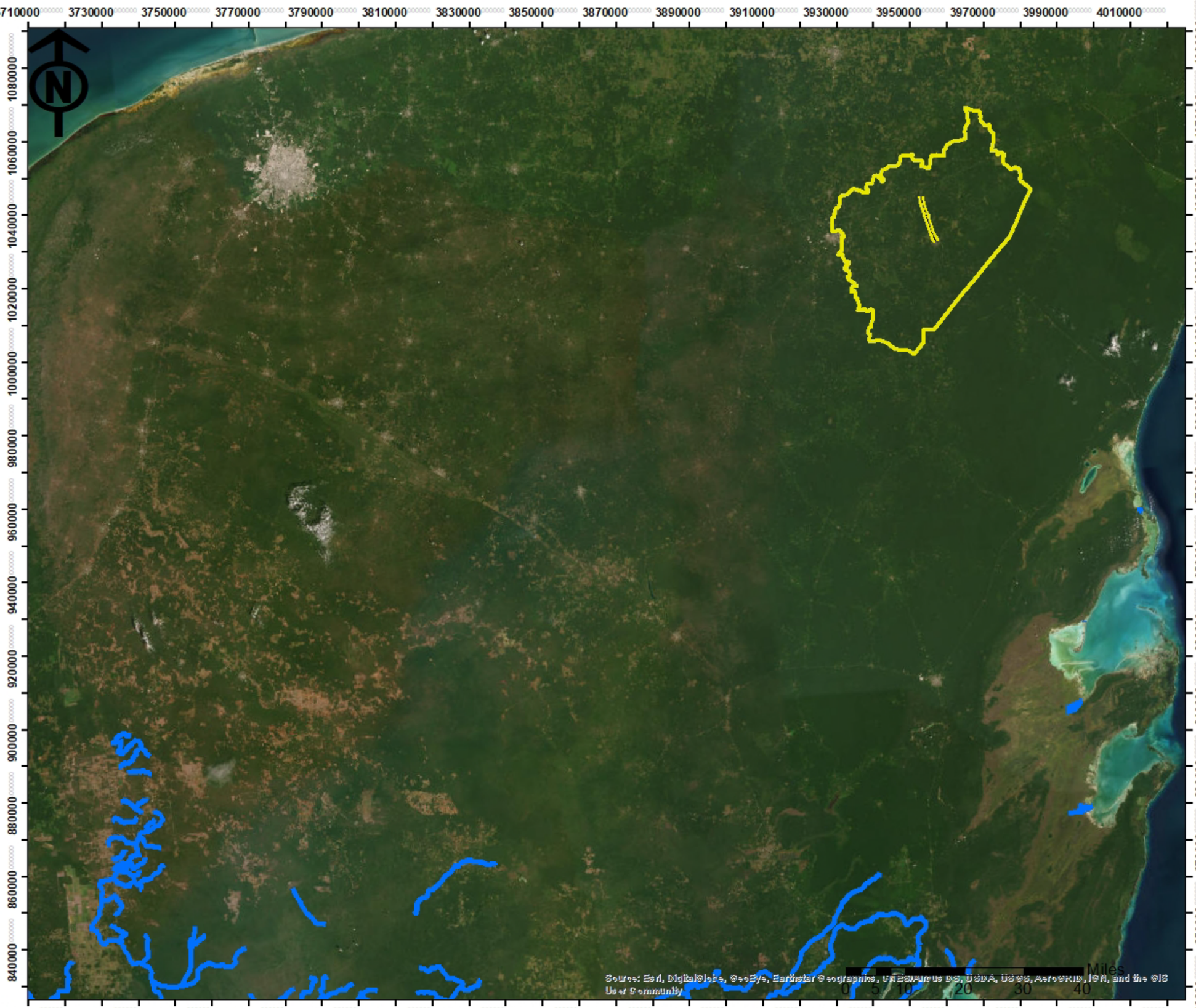
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

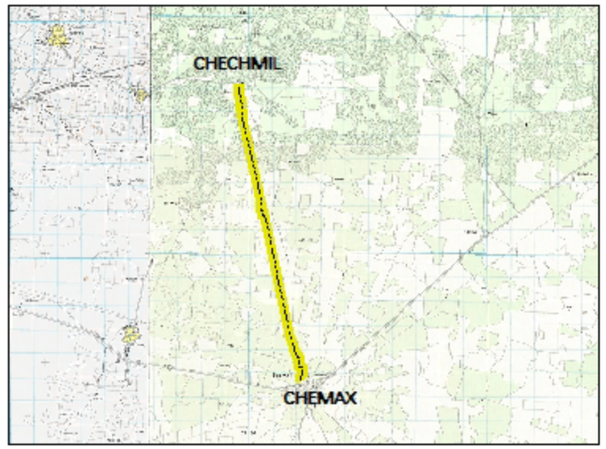
Tipo de suelo

- CAMBISOL CROMICO
- LITOSOL
- LUVISOL CROMICO
- RENDZINA

EDAFOLOGÍA DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

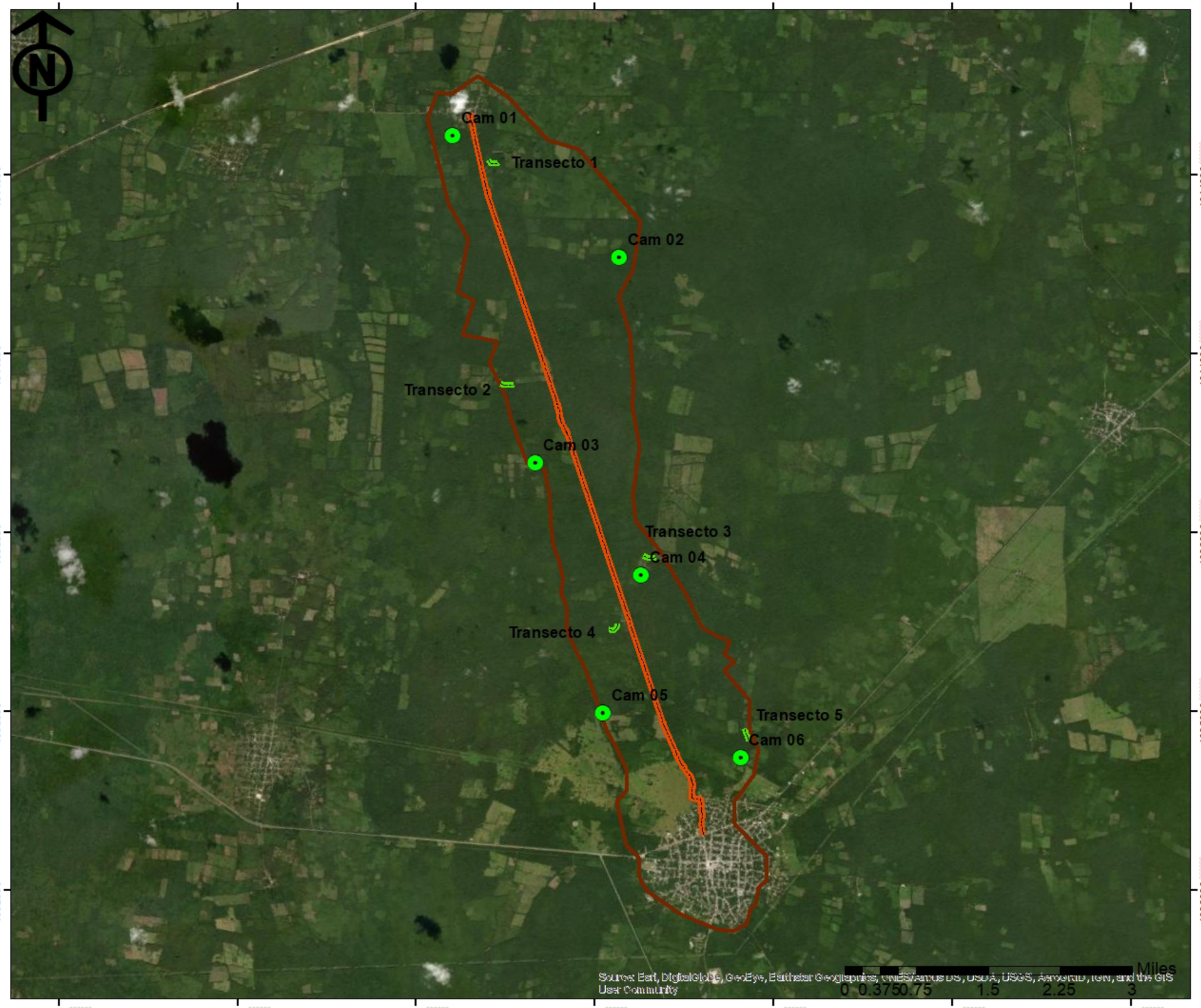
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

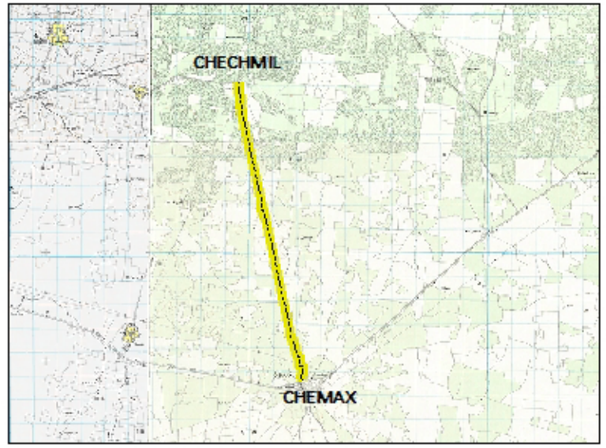
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Hidrología superficial
- Sistema Ambiental Regional

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL DERCANA AL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

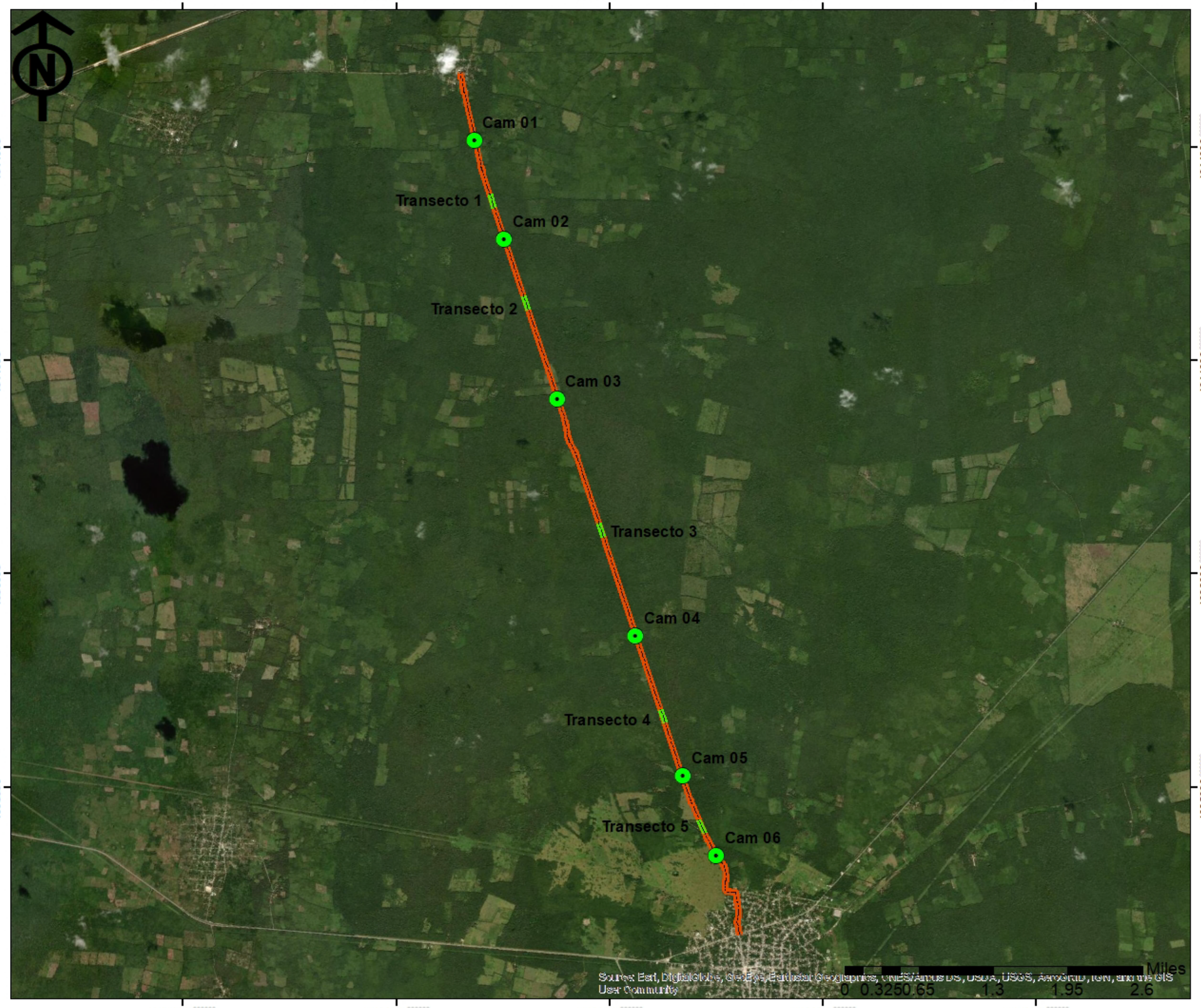
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

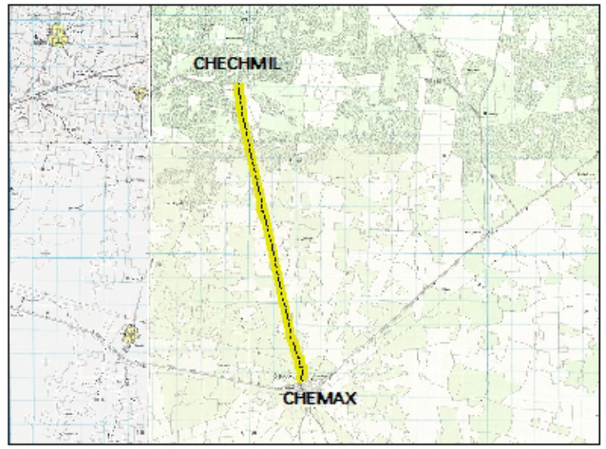
SIMBOLOGÍA

- Fototrampeo AI
- Transectos AI
- Eje del proyecto
- Área de influencia
- Sistema Ambiental Regional

MUESTREO DE FAUNA DENTRO DEL AI

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

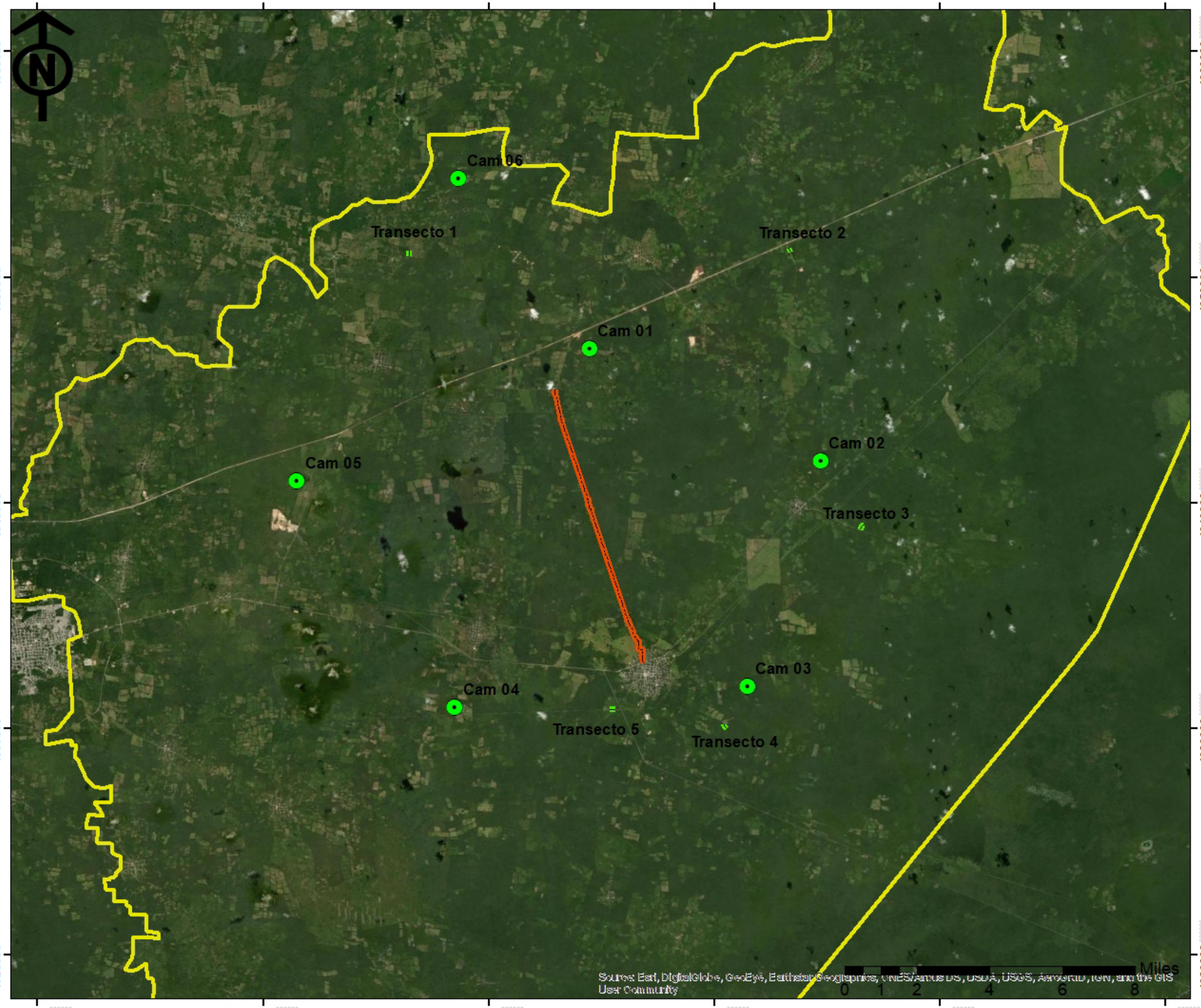
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

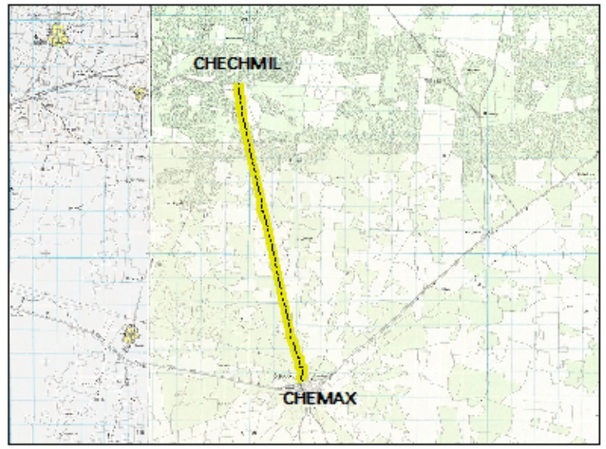
SIMBOLOGÍA

- Fototrampeo AP
- Transectos AP
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

MUESTREO DE FAUNA DENTRO DEL AP

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

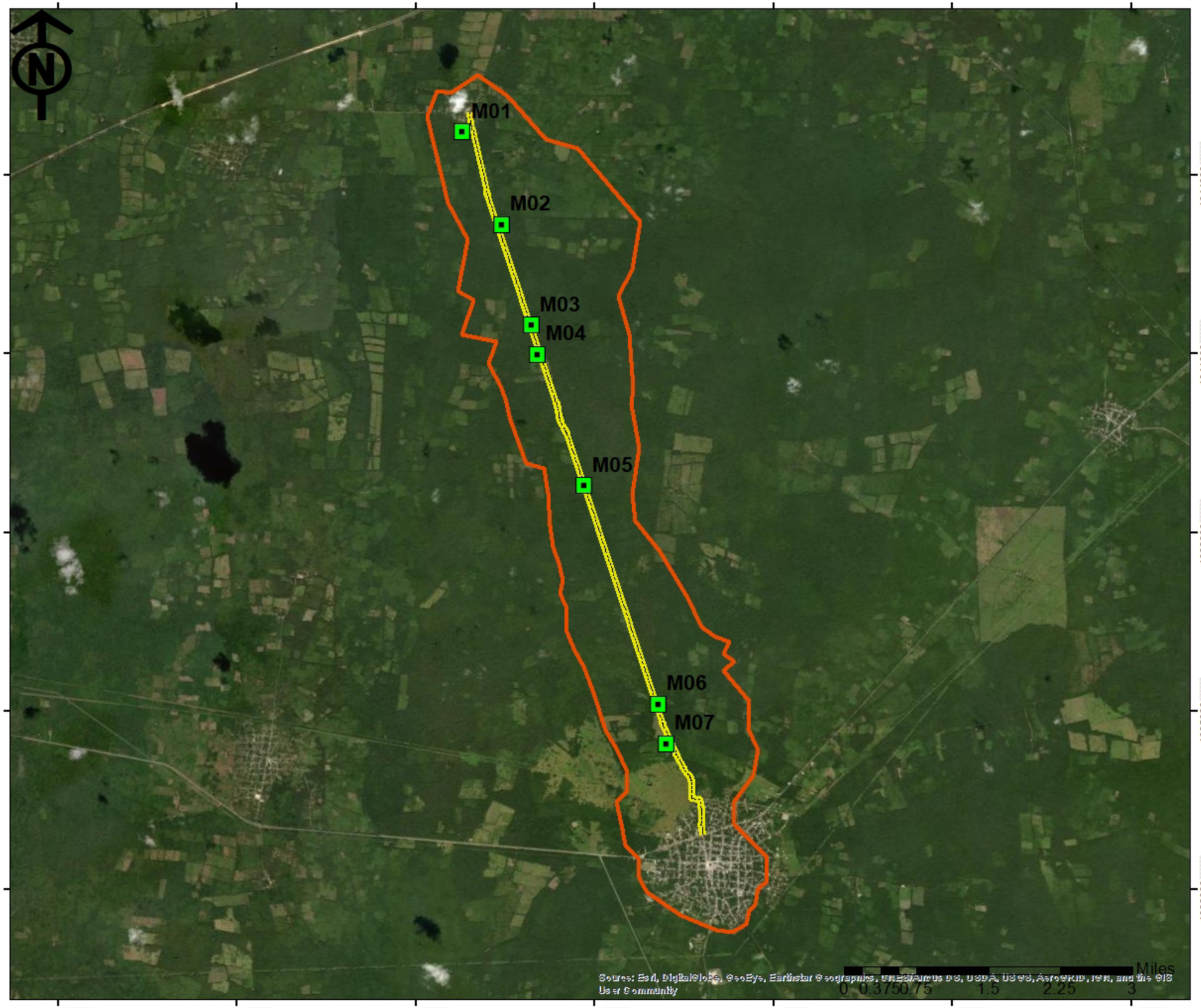
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

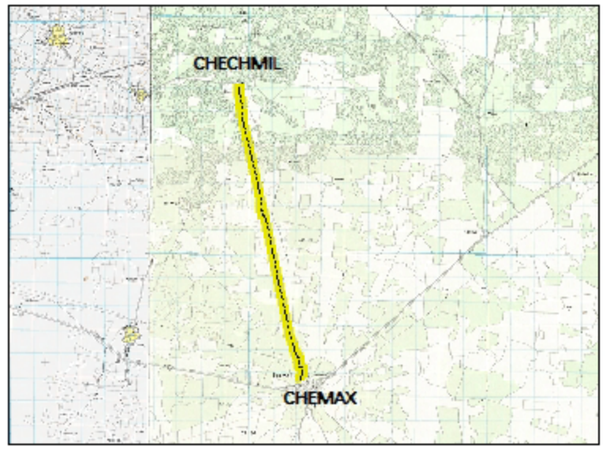
SIMBOLOGÍA

- Fototrampeo SAR
- Transectos SAR
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

MUESTREO DE FAUNA DENTRO DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

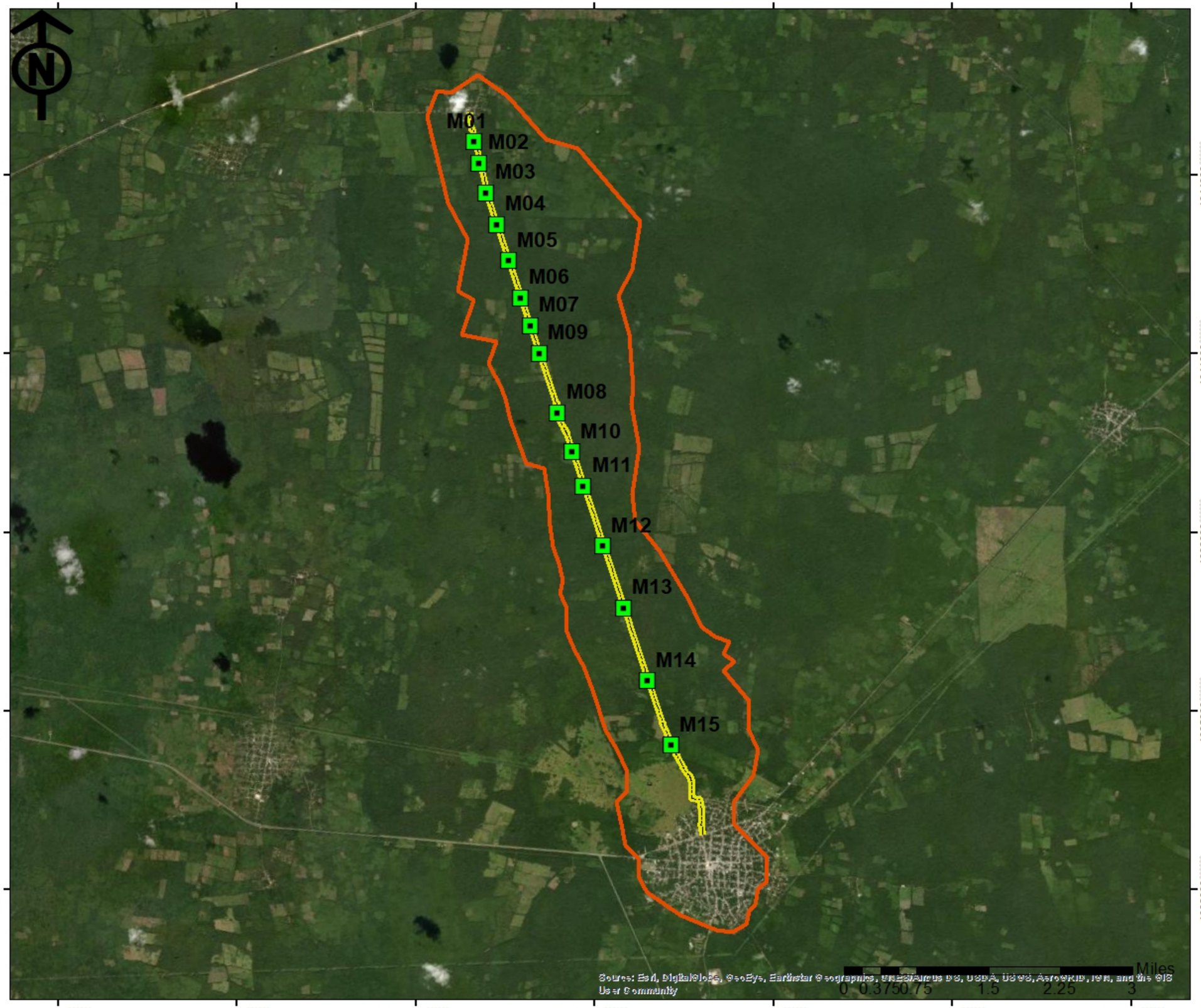
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

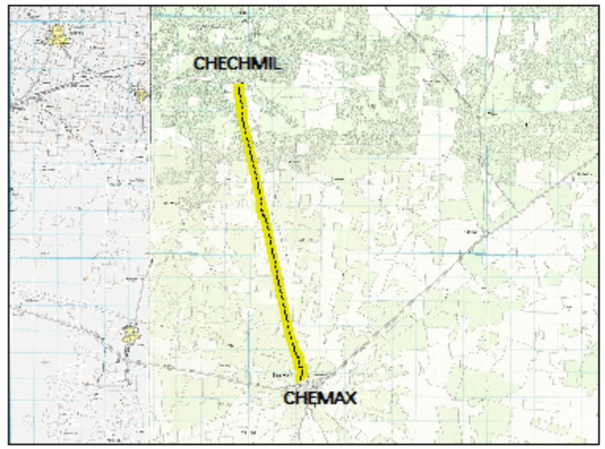
SIMBOLOGÍA

- Muestreo de flora AI
- Eje del proyecto
- Área de influencia
- Sistema Ambiental Regional
- División estatal

MUESTREO DE FLORA EN EL AI

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

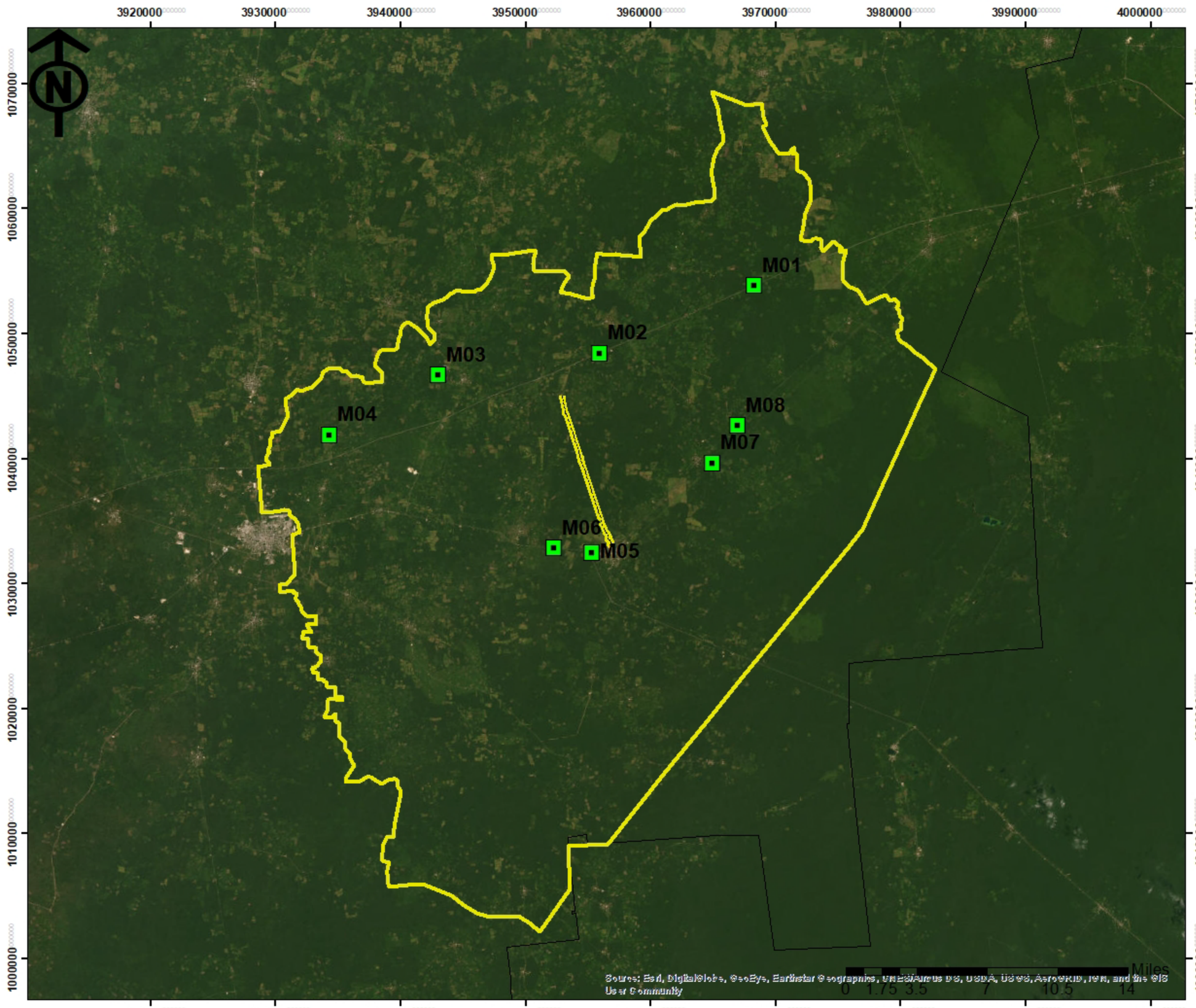
SIMBOLOGÍA

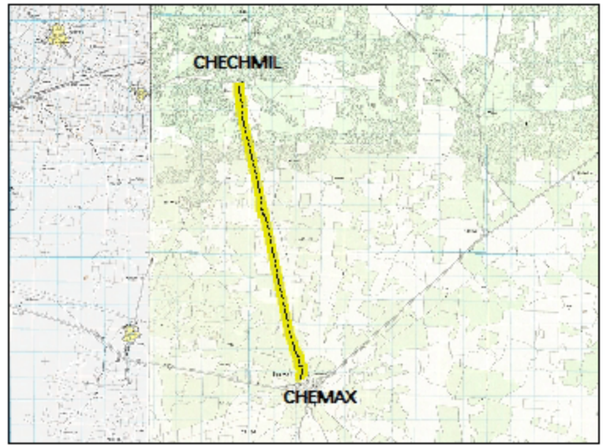
- Muestreo de flora AP
- Eje del proyecto
- Área de influencia
- Sistema Ambiental Regional
- División estatal

MUESTREO DE FLORA EN EL AP

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

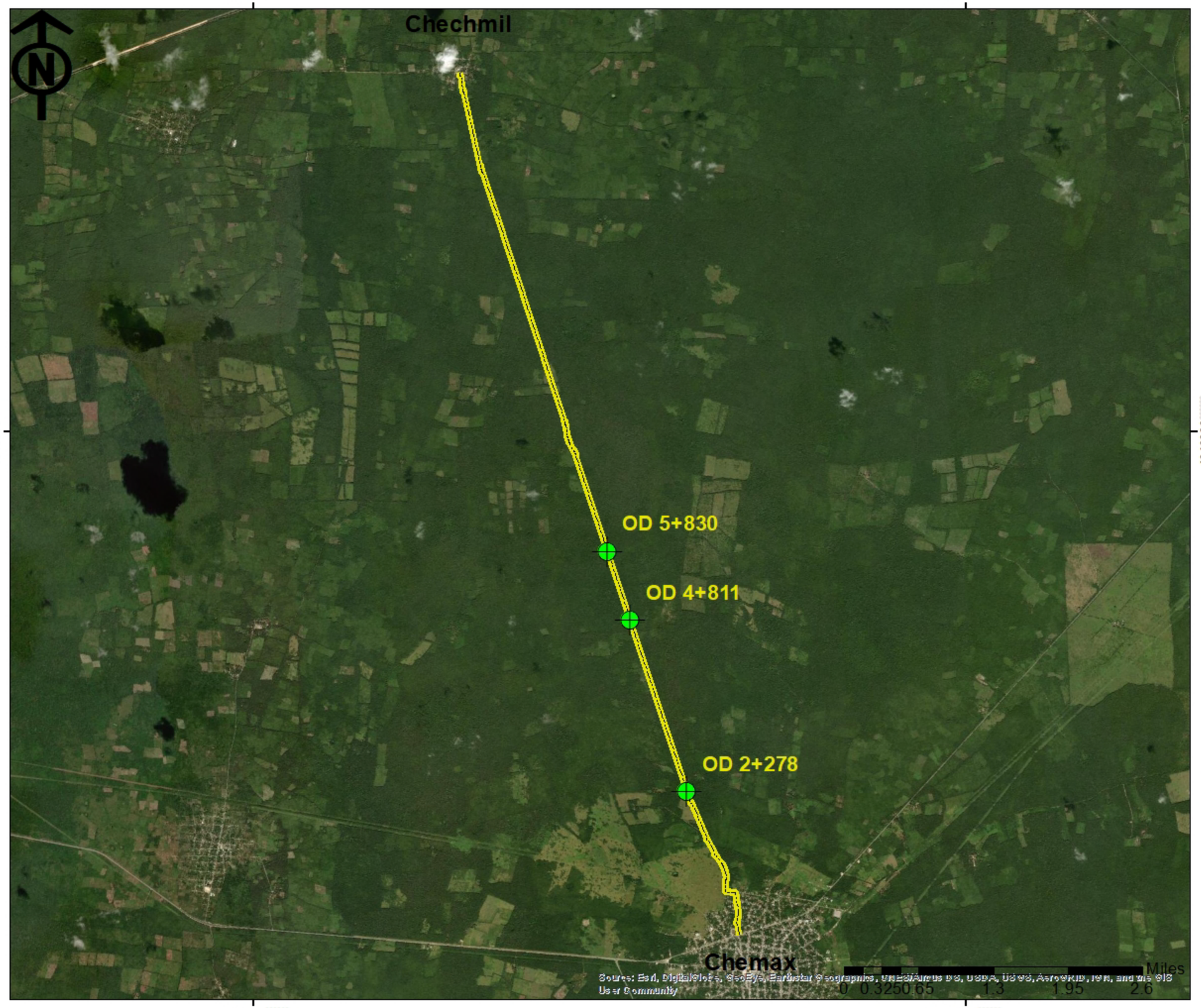
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

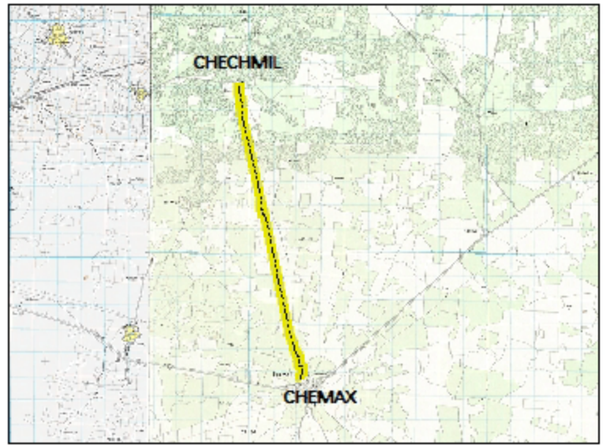
SIMBOLOGÍA

- Muestreos de flora en el SAR
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- División estatal

MUESTREO DE FLORA EN EL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

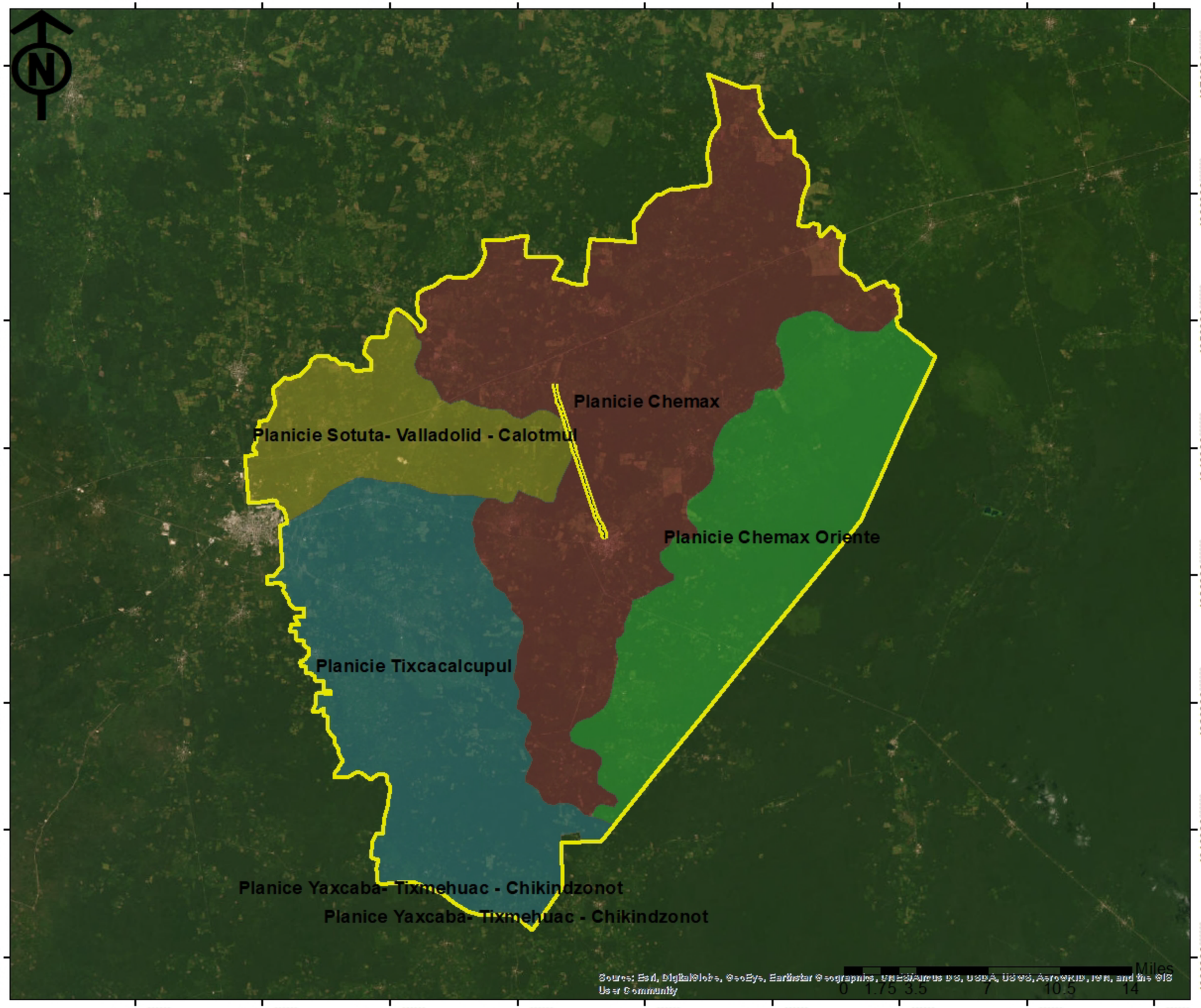
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

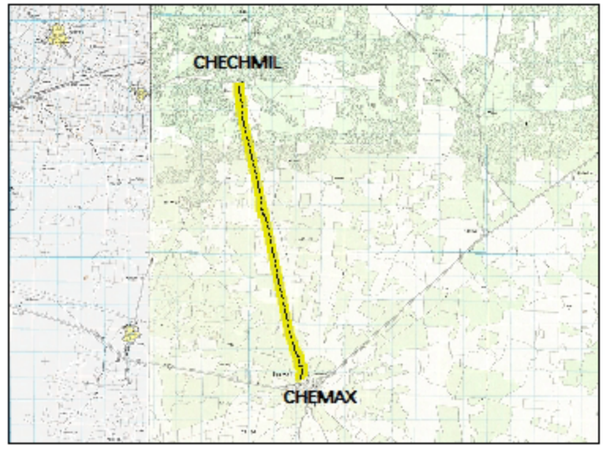
SIMBOLOGÍA

- Obras de drenaje menor
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

OBRAS DE DRENAJE MENOR PROPUESTAS

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

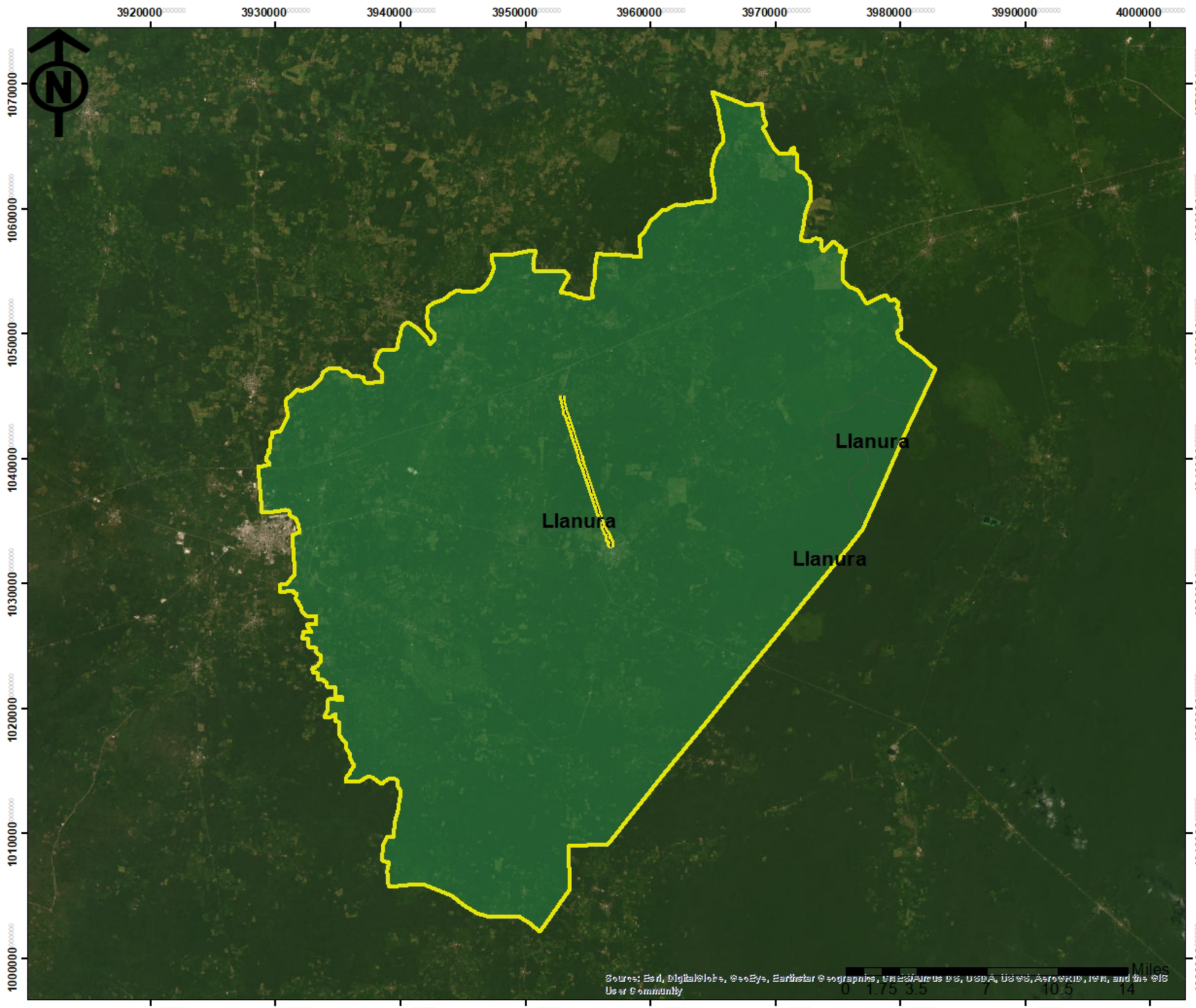
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

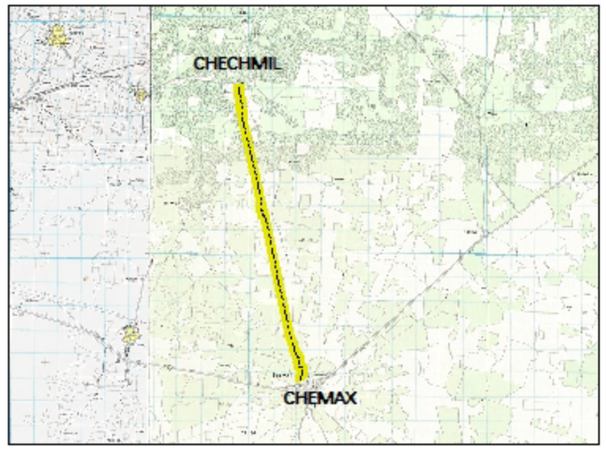
Nombre de la UGA

- Planice Yaxcaba- Tixmehuac - Chikindzonot
- Planicie Chemax
- Planicie Chemax Oriente
- Planicie Sotuta- Valladolid - Calotmul
- Planicie Tixcacalcupul

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE YUCATÁN

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

Topoforma

- Llanura

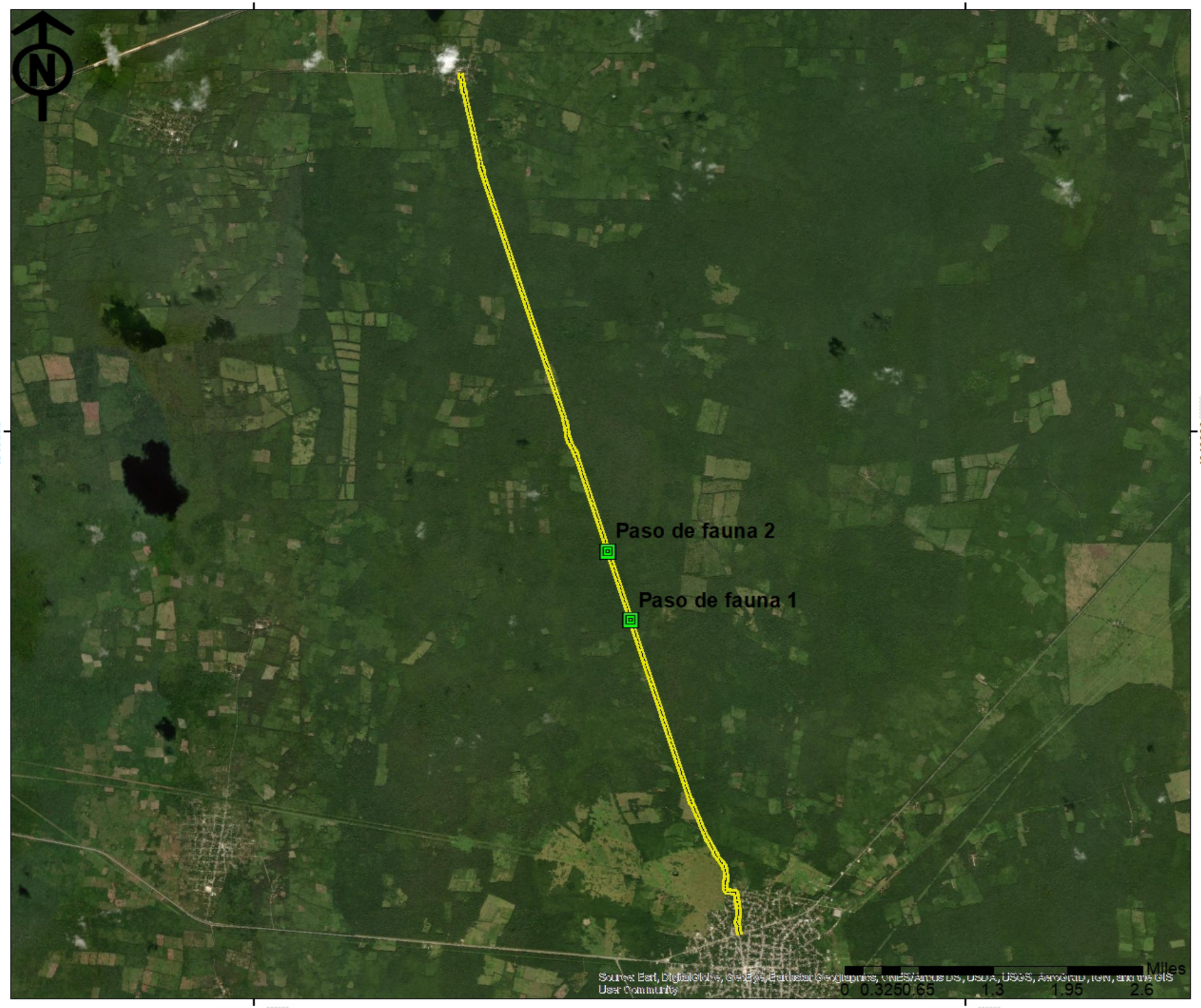
OROGRAFÍA DEL SAR

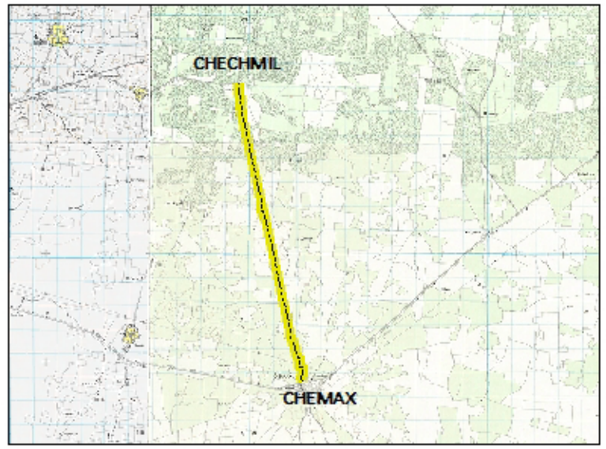
DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

3950000

3960000

1040000





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

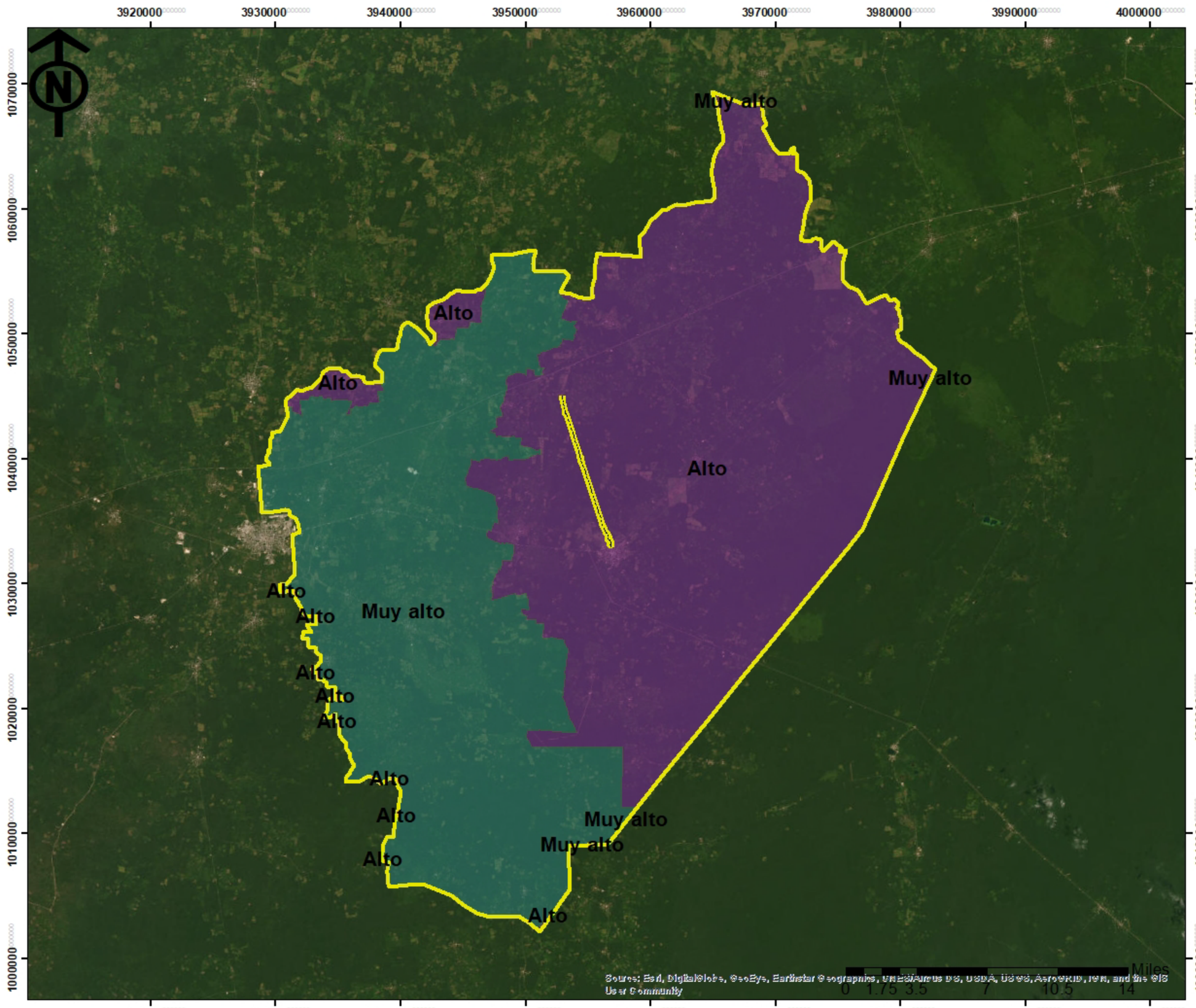
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

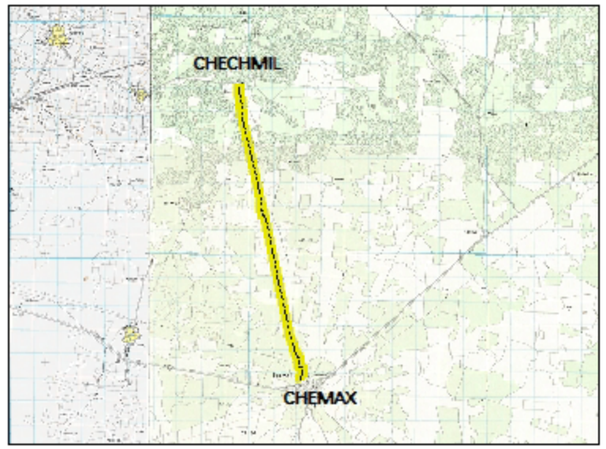
SIMBOLOGÍA

- Pasos de fauna
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

PROPUESTA DE PASOS DE FAUNA

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

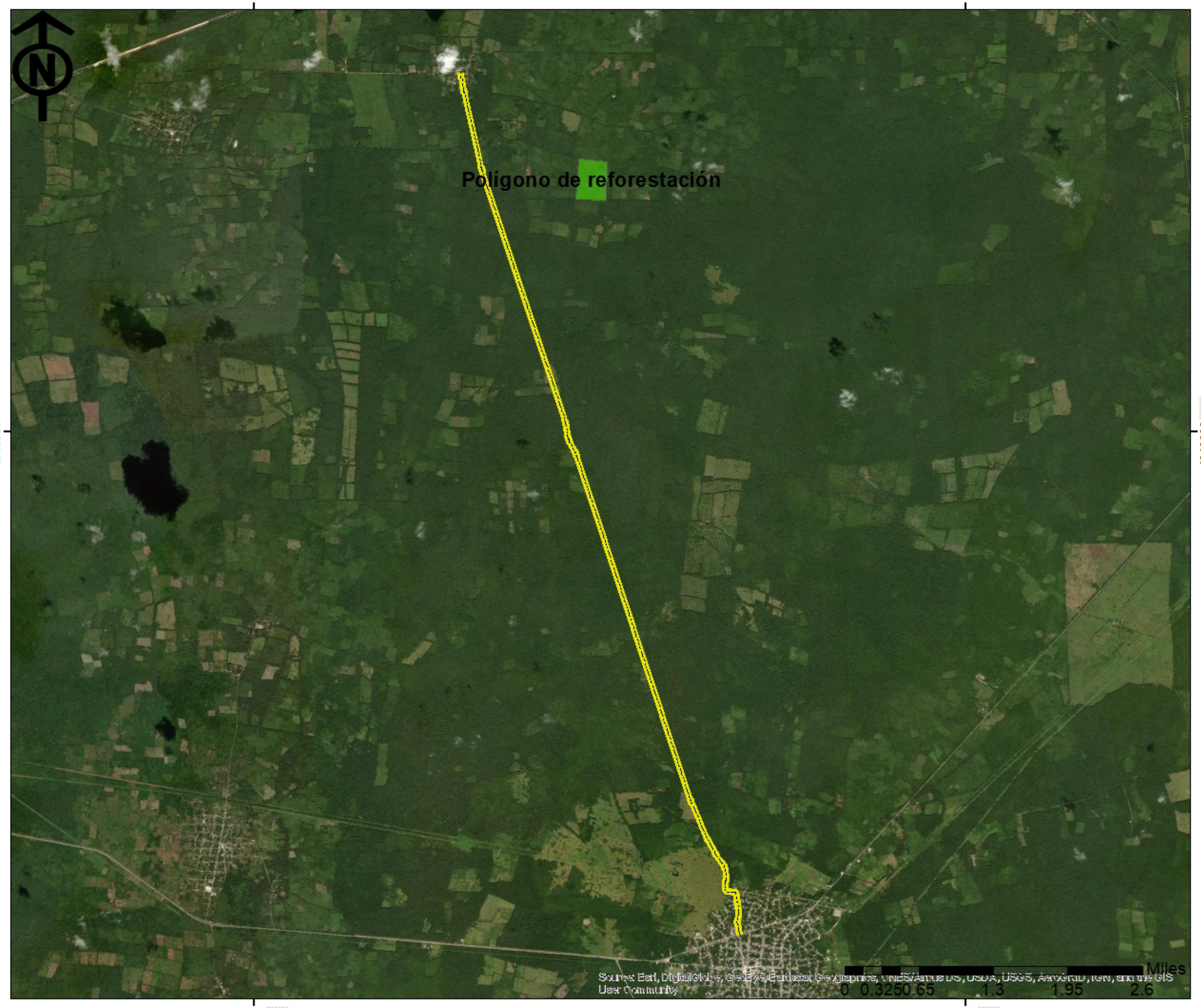
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

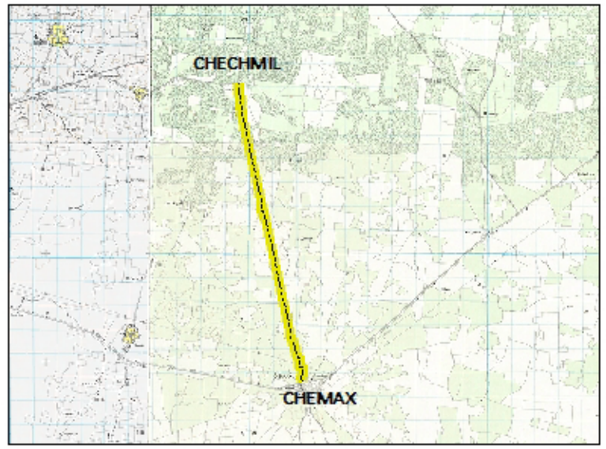
Peligro de inundación

- Alto
- Muy alto

PELIGRO DE INUNDACIÓN EN EL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

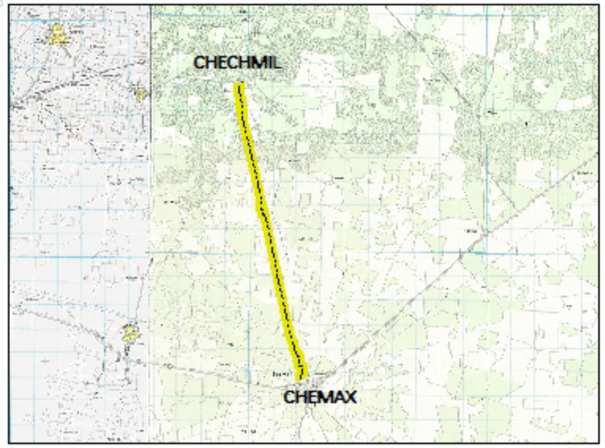
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Polígono de reforestación
- Sistema Ambiental Regional

POLÍGONO DE REFORESTACIÓN

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

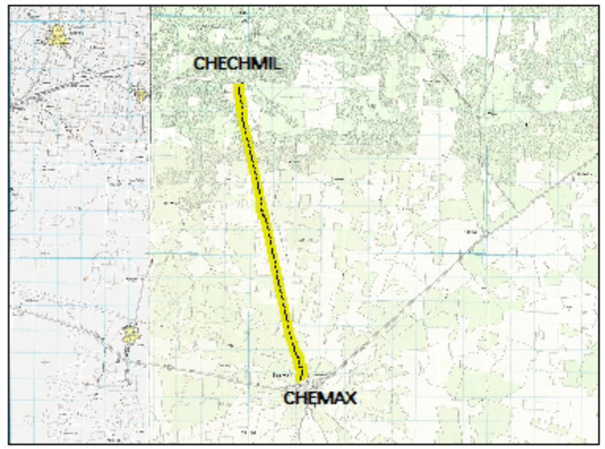
Eje del proyecto

Polígonos forestales

POLÍGONO FORESTAL 7

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

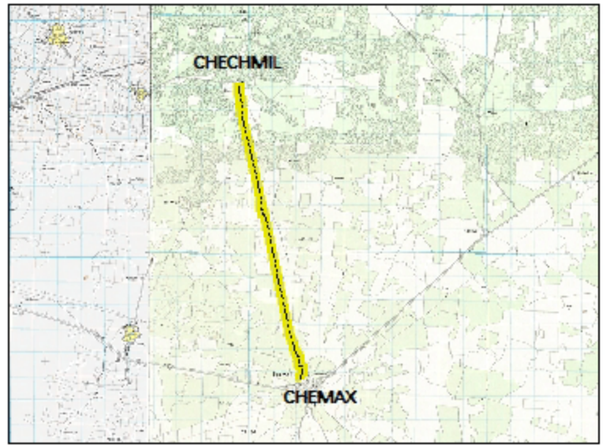
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Polígonos forestales

POLÍGONO FORESTAL 8

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Polígonos forestales

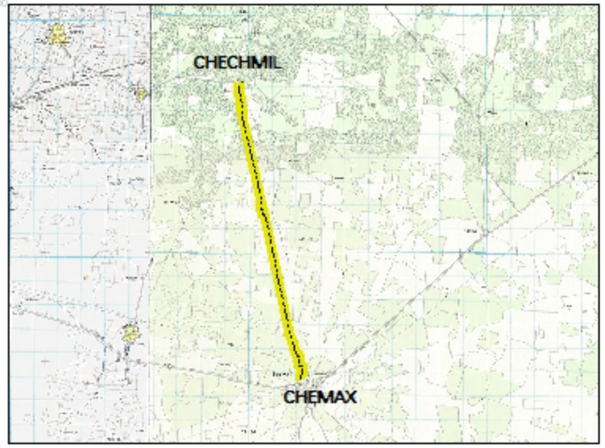
POLÍGONOS FORESTALES 9,10 y 11

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

3952600 3952900 3953200 3953500 3953800 3954100 3954400 3954700 3955000 3955300

1043200 1043000 1042800 1042600 1042400 1042200 1042000 1041800 1041600 1041400 1041200 1041000

Polígono 12



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Polígonos forestales

POLÍGONO FORESTAL 12

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]

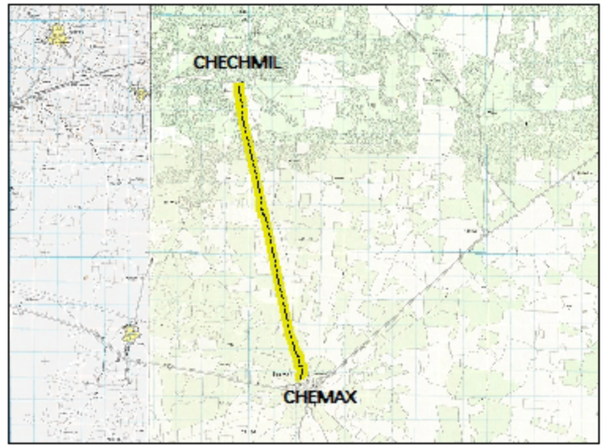
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4 Miles

3952600 3952900 3953200 3953500 3953800

1044800 1044600 1044400 1044200 1044000 1043800





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

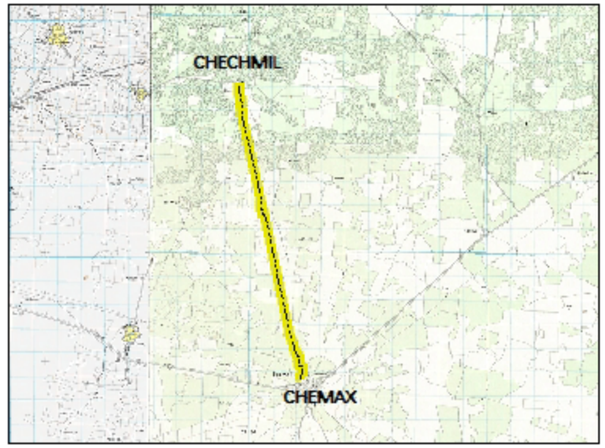
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Polígonos forestales

POLÍGONO FORESTAL 13

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

Polígonos forestales

POLÍGONOS FORESTALES 1 Y 2

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

3955900 3956200 3956500 3956800

1035000 1034800 1034600 1034400 1034200

Polígono 7

Polígono 6

Polígono 5

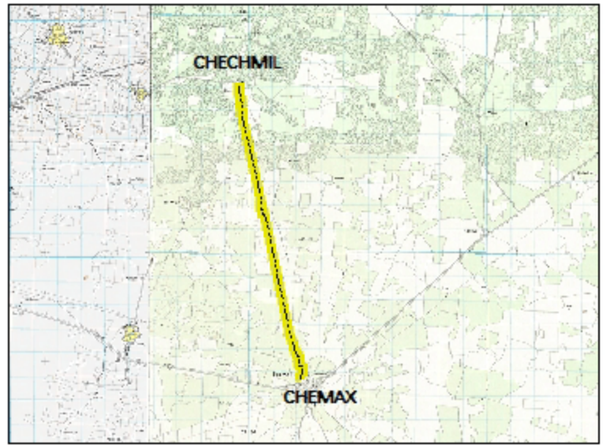
Polígono 4

Polígono 3

Polígono 2

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

0 0.025 0.05 0.1 0.15 0.2 Miles



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

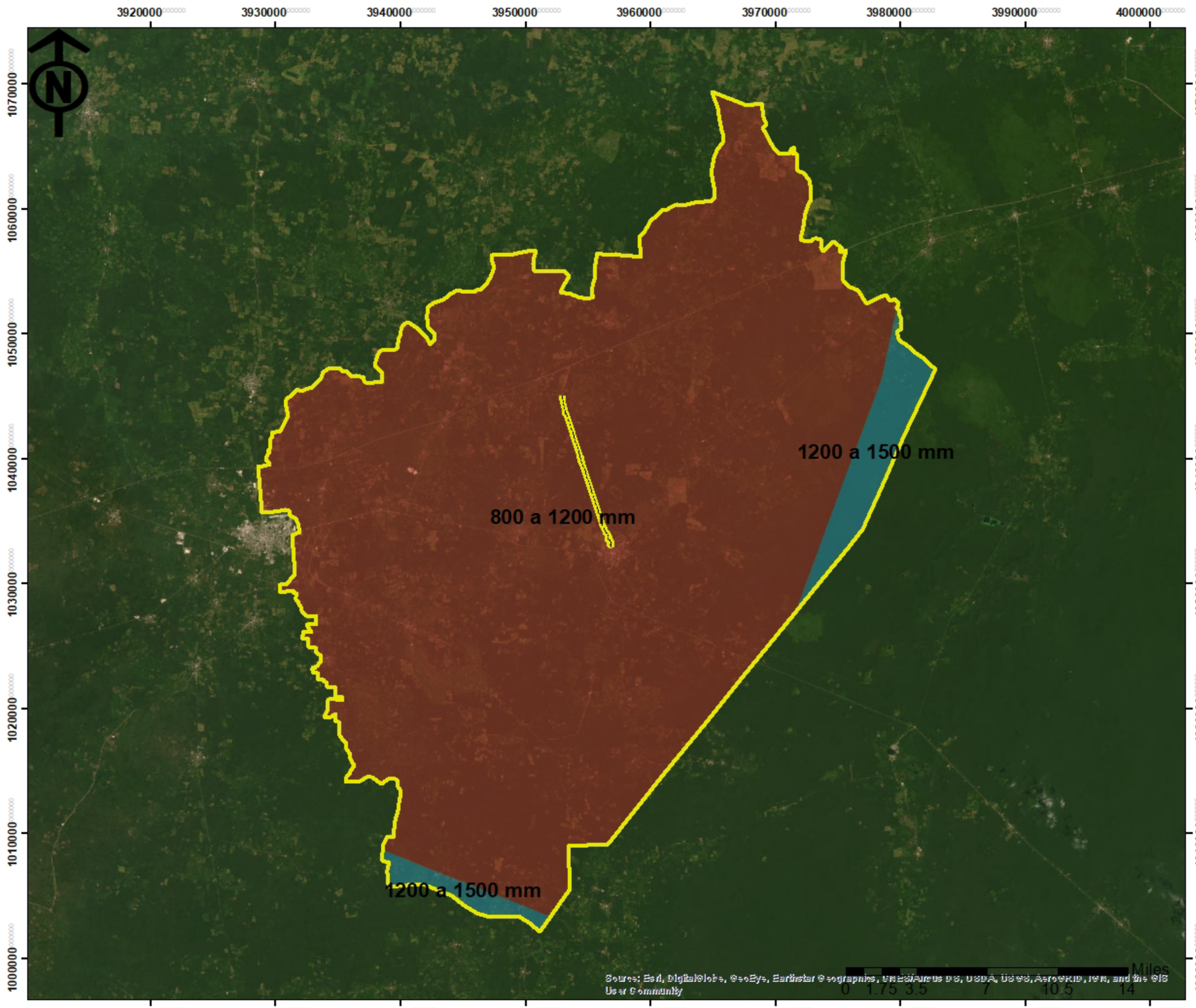
SIMBOLOGÍA

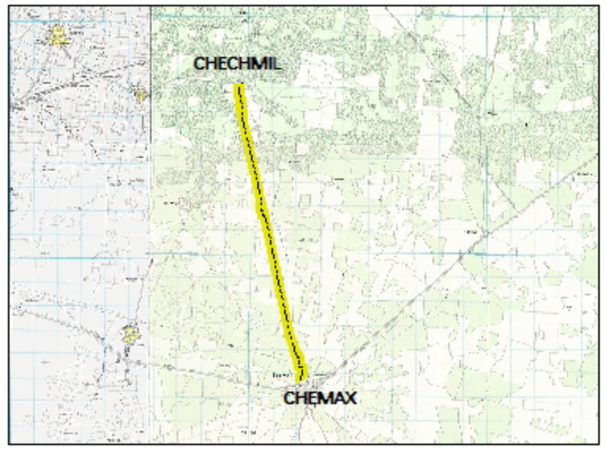
Eje del proyecto

Polígonos forestales

POLÍGONOS FORESTALES 3, 4, 5 Y 6

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

Sistema Ambiental Regional

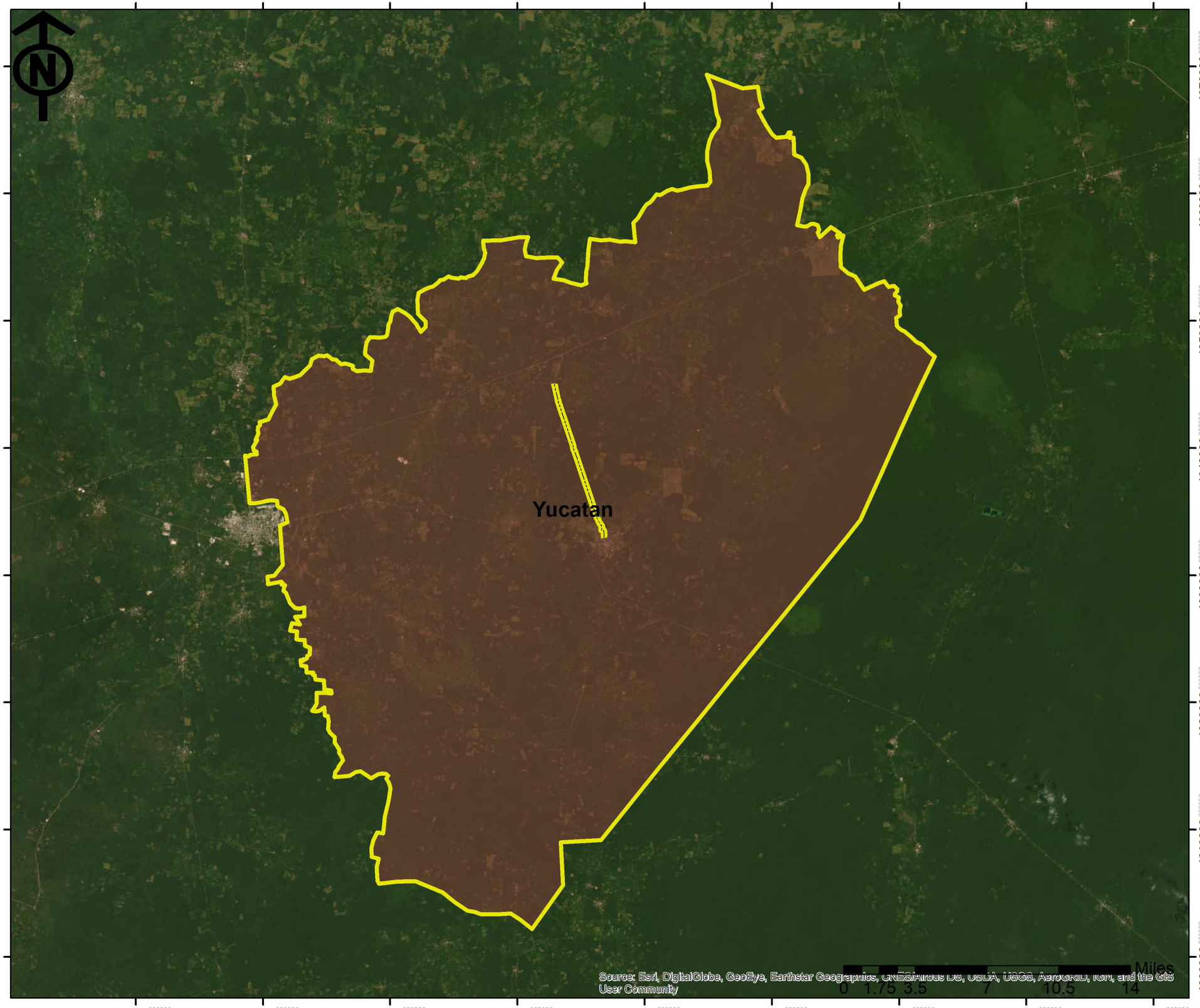
Rangos

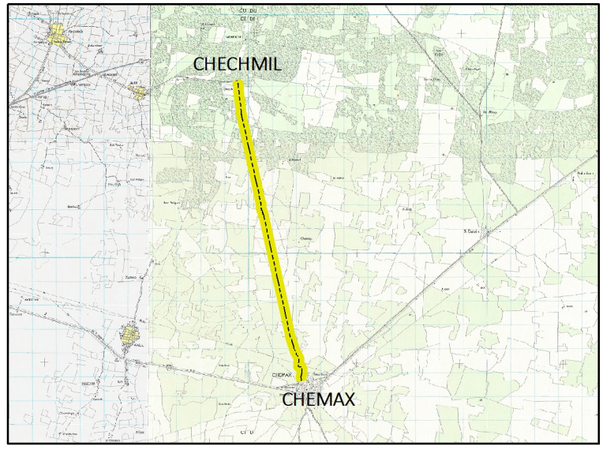
1200 a 1500 mm

800 a 1200 mm

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

Sistema Ambiental Regional

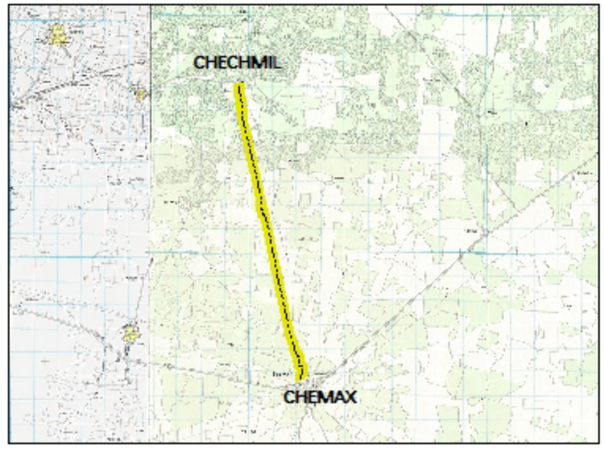
Provincia

Yucatan

PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

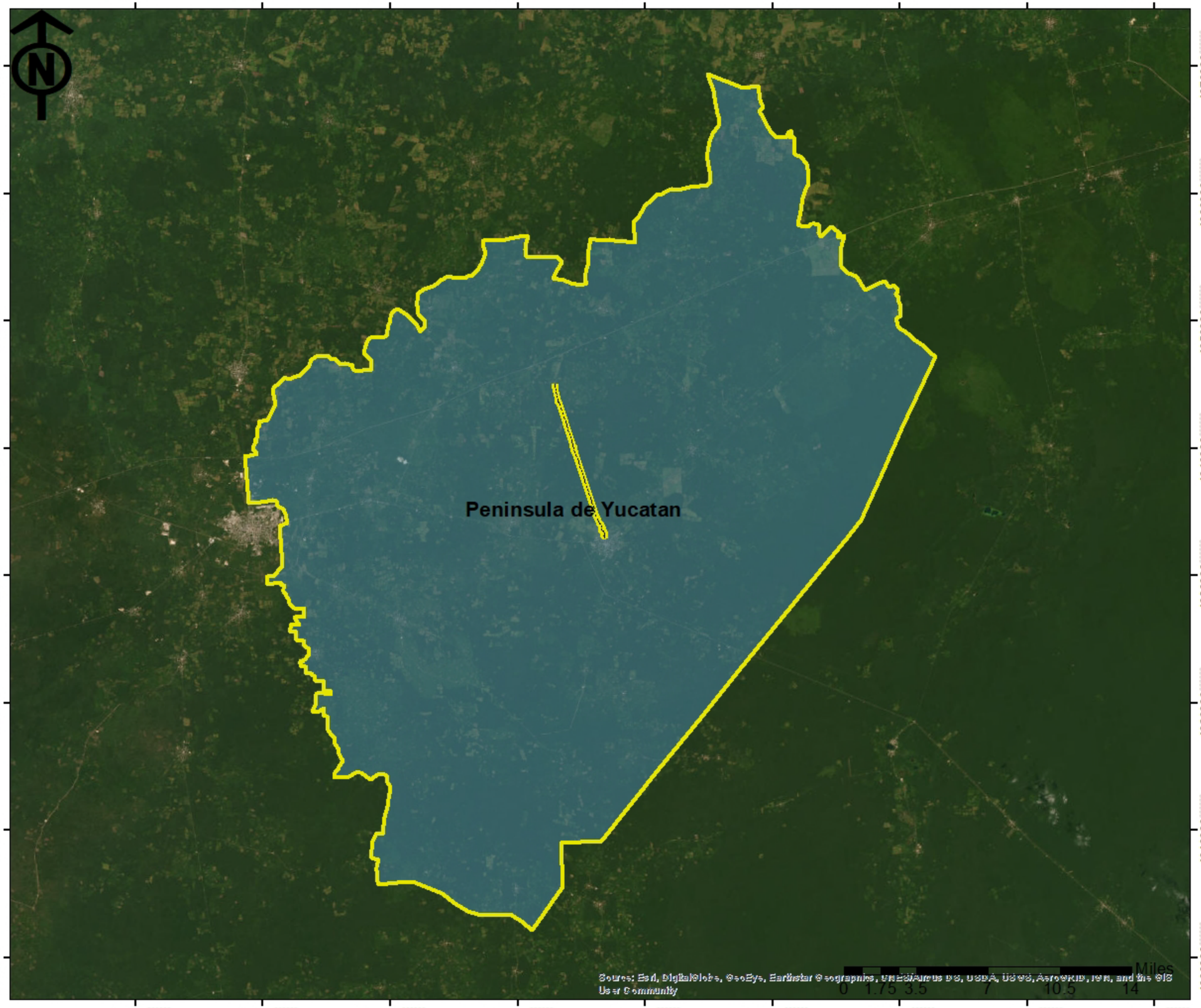
Sistema Ambiental Regional

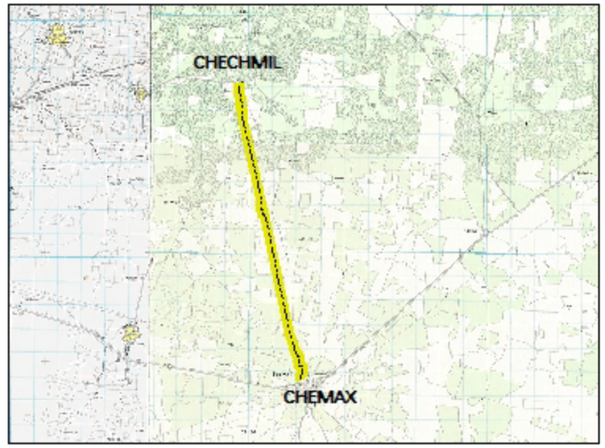
Provincia

PENÍNSULA DE YUCATÁN

PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

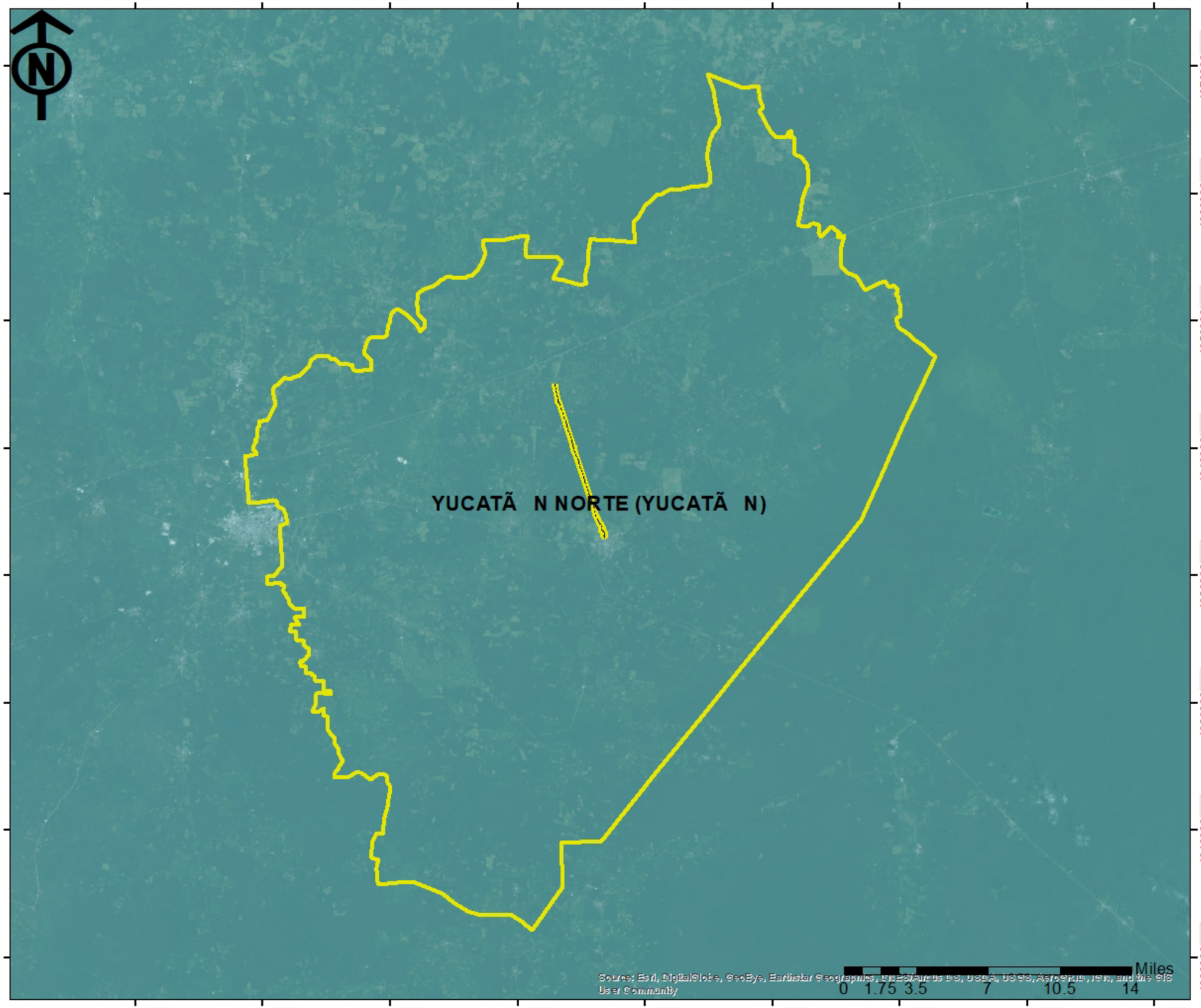
Sistema Ambiental Regional

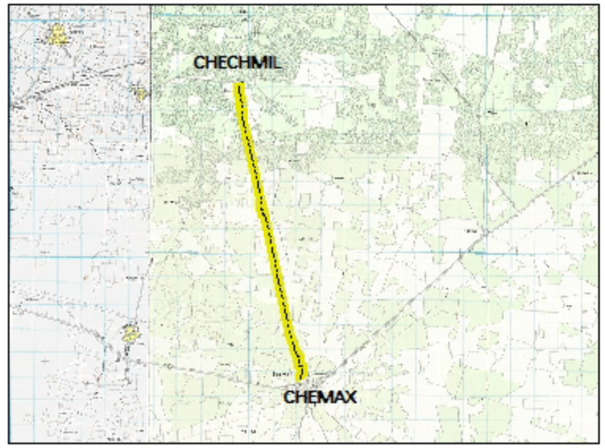
Provincia

Peninsula de Yucatan

PROVINCIAS FLORISTICAS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

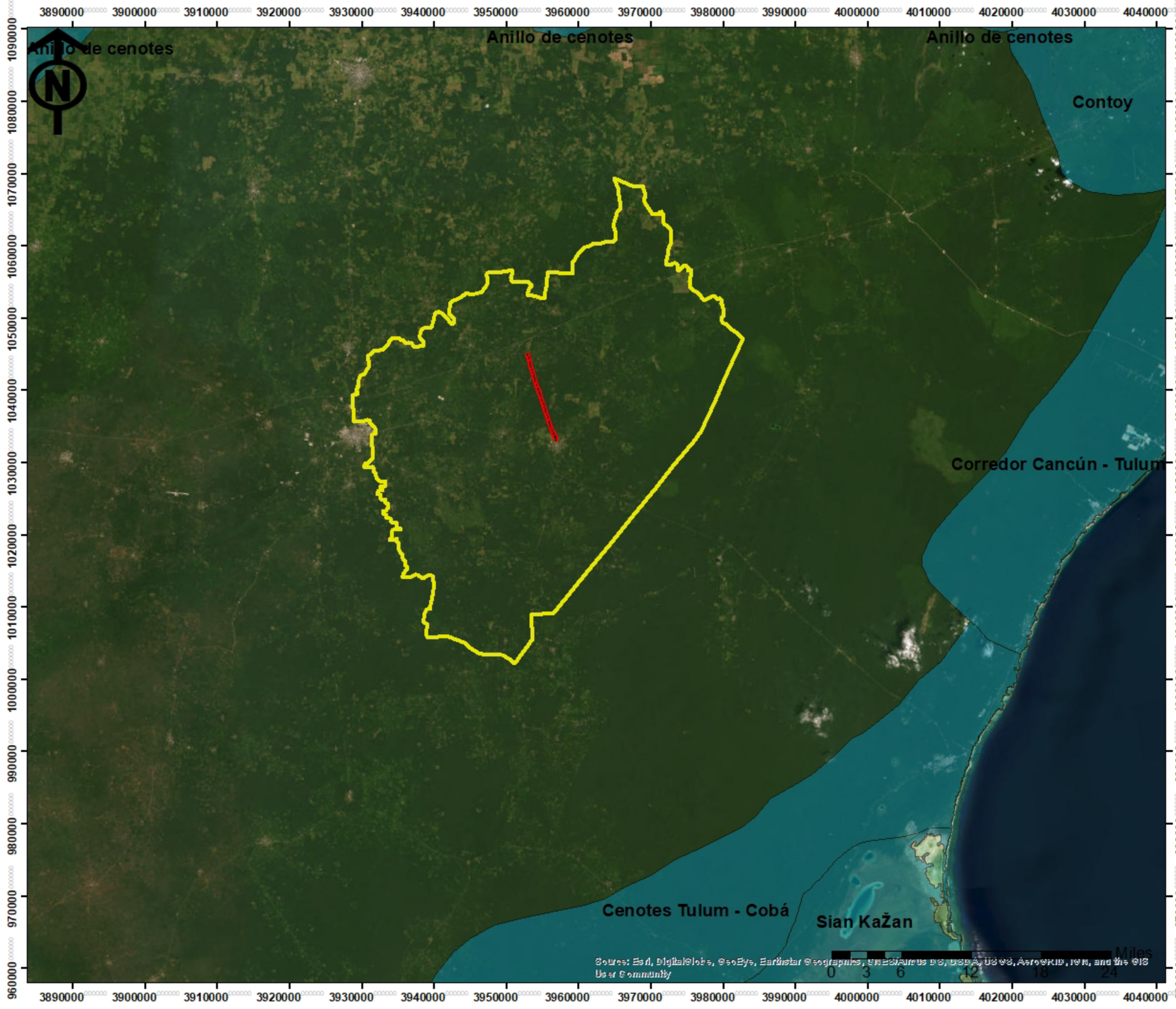
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

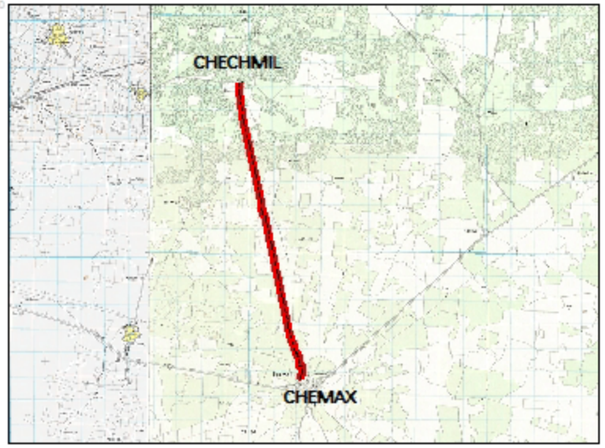
RH

- YUCATÃ N NORTE (YUCATÃ N)

REGIÓN HIDROLÓGICA DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

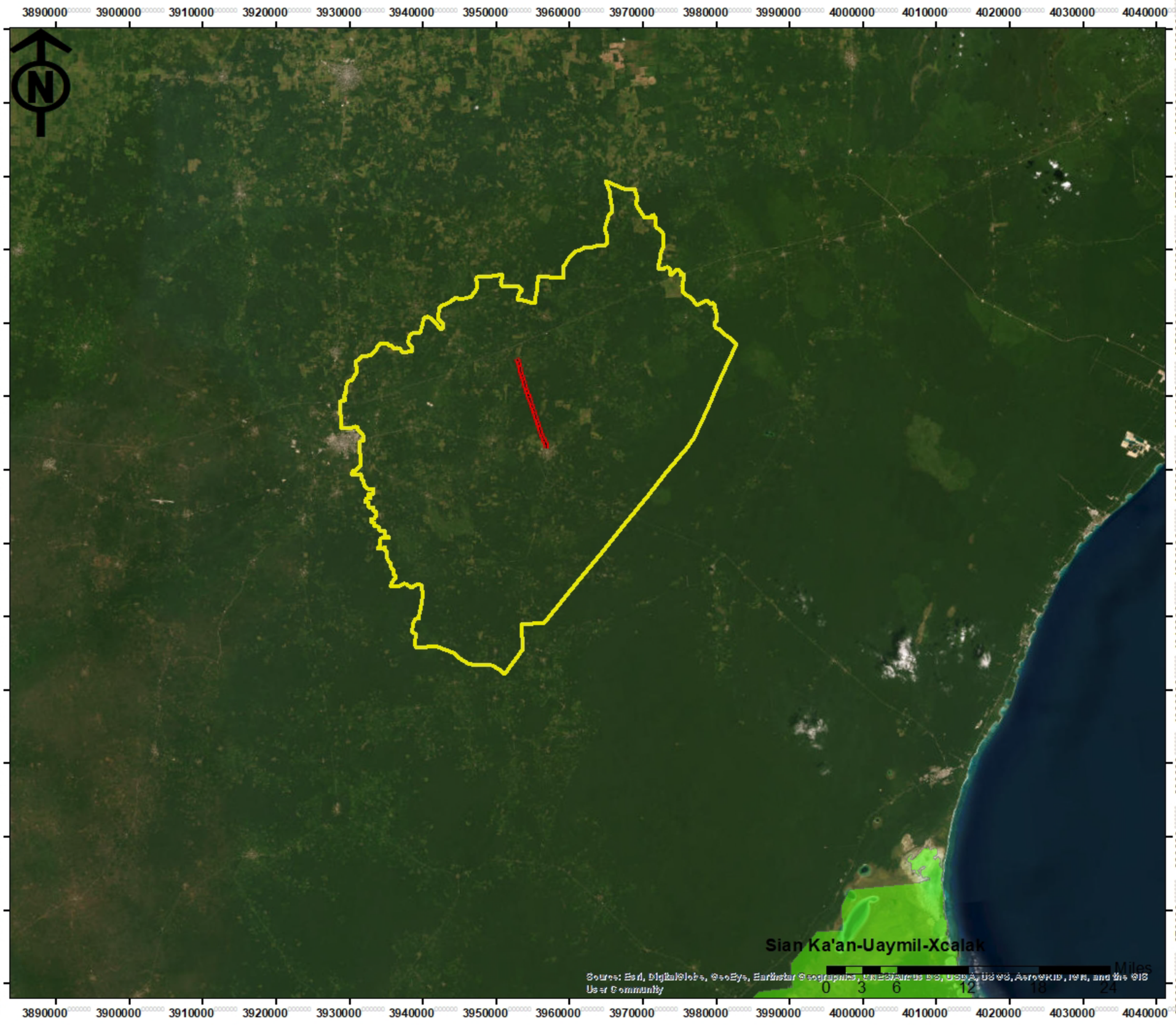
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

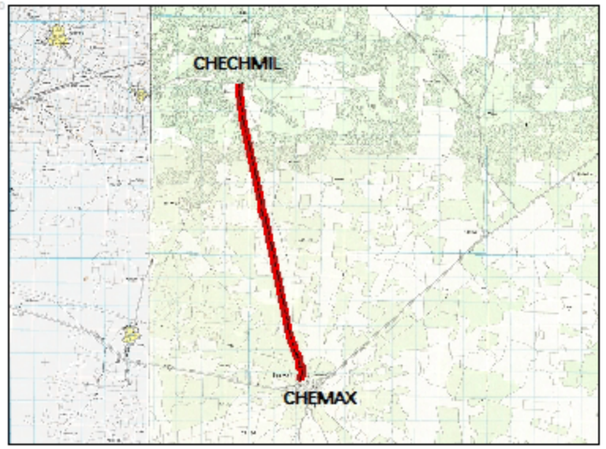
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- RHP

REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

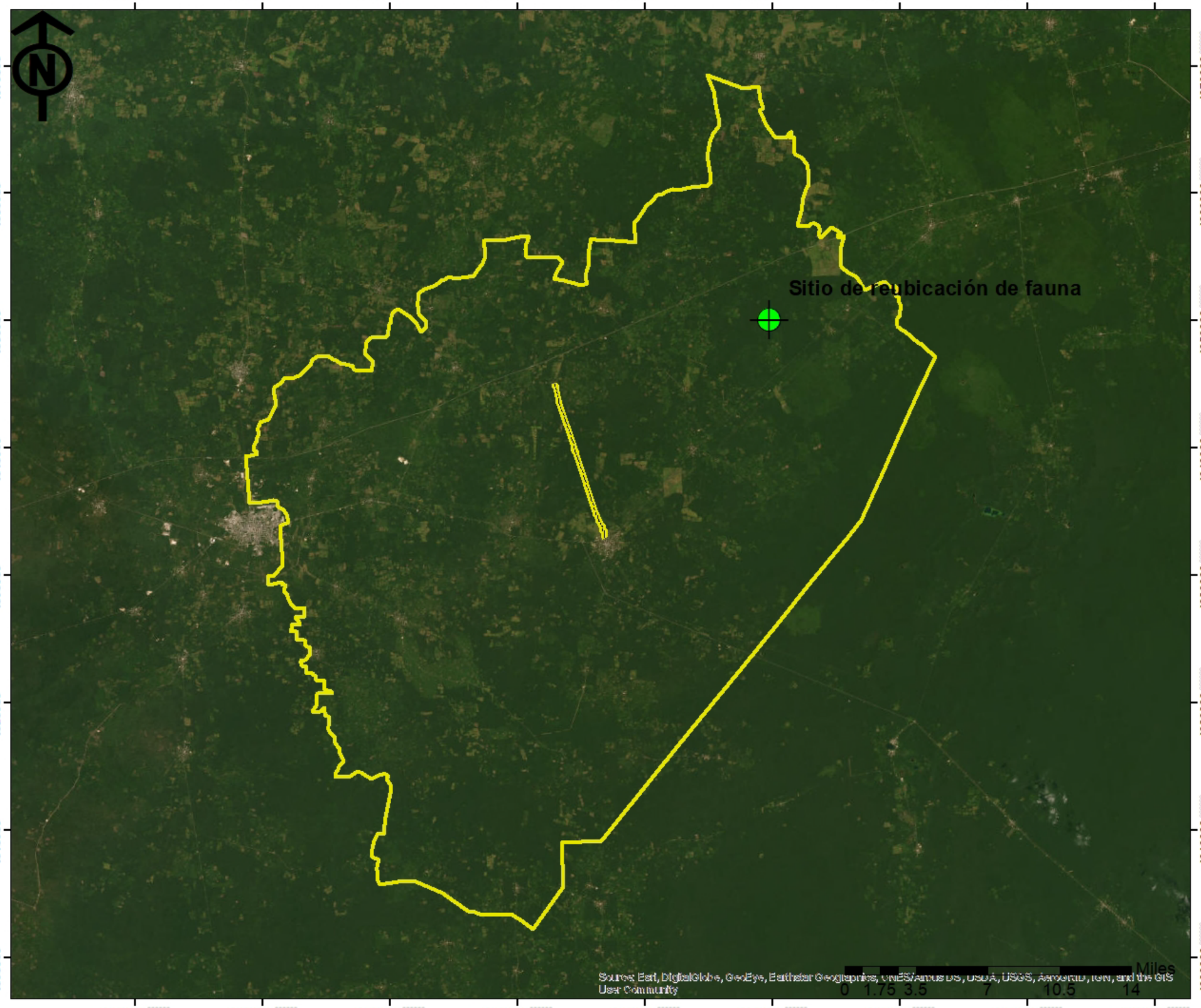
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

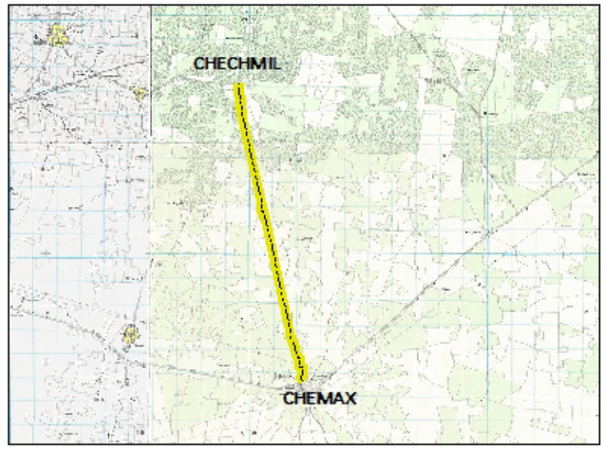
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- RTP

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

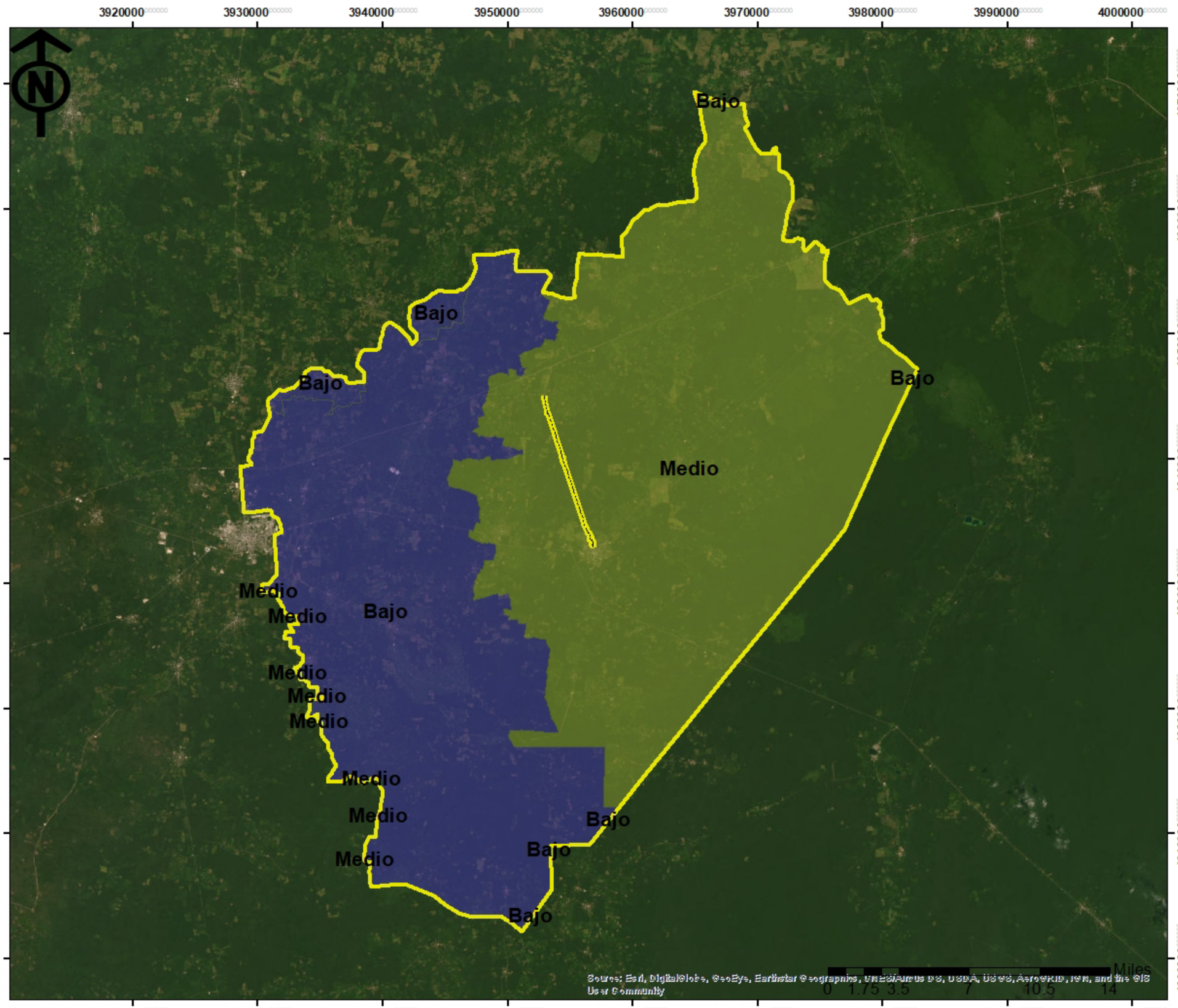
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

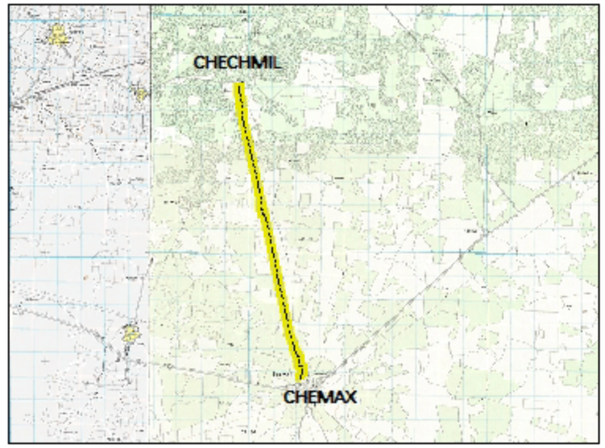
SIMBOLOGÍA

- Sitio de reubicación de fauna
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

SITIO DE REUBICACIÓN DE FAUNA

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

Sistema Ambiental Regional

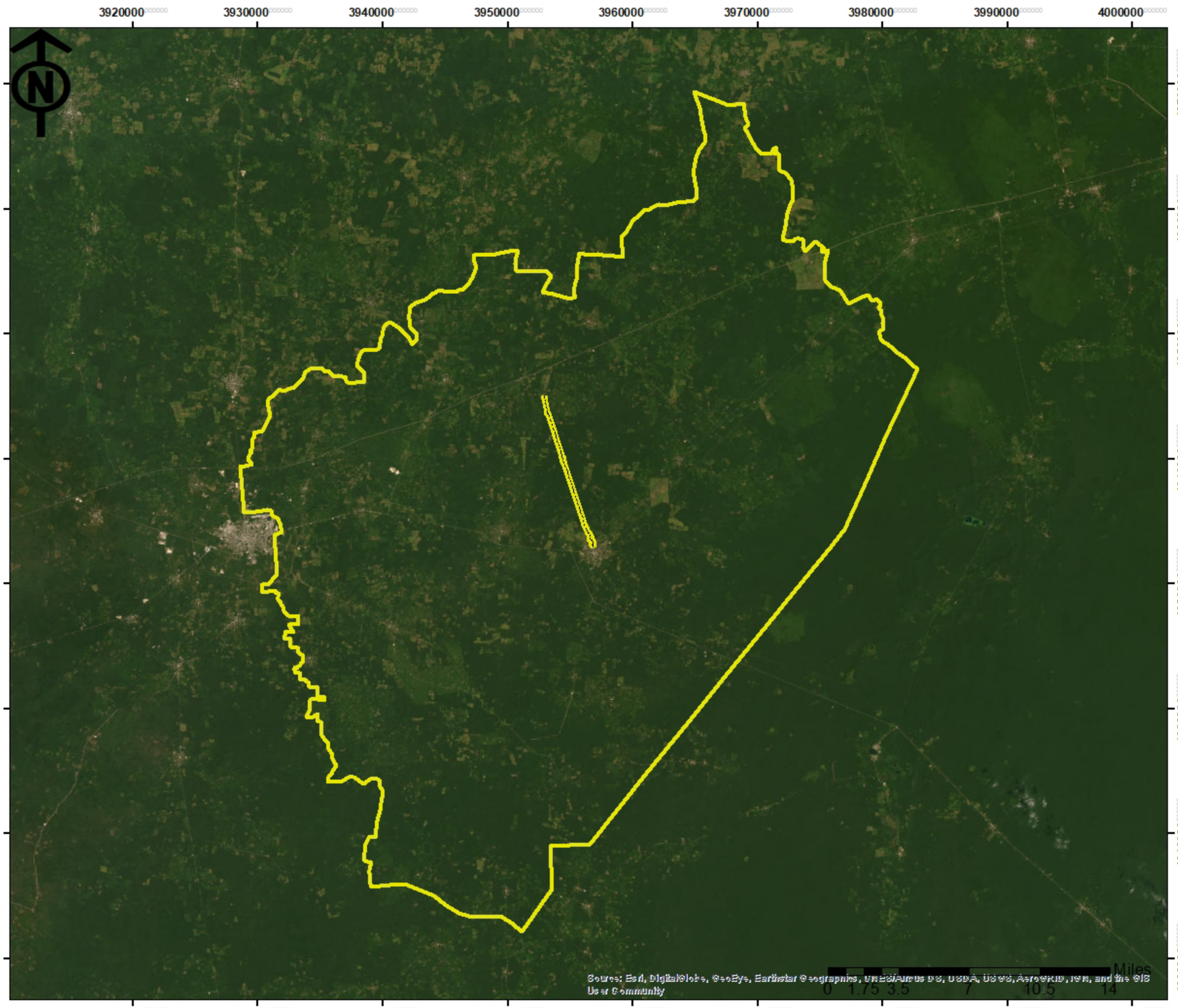
Riesgo

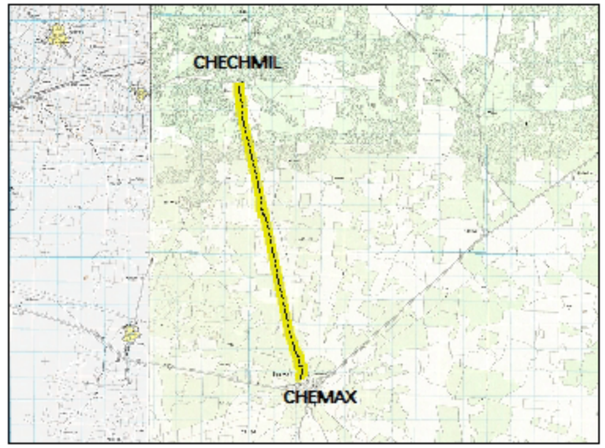
Bajo

Medio

RIESGO DE SEQUÍA EN EL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

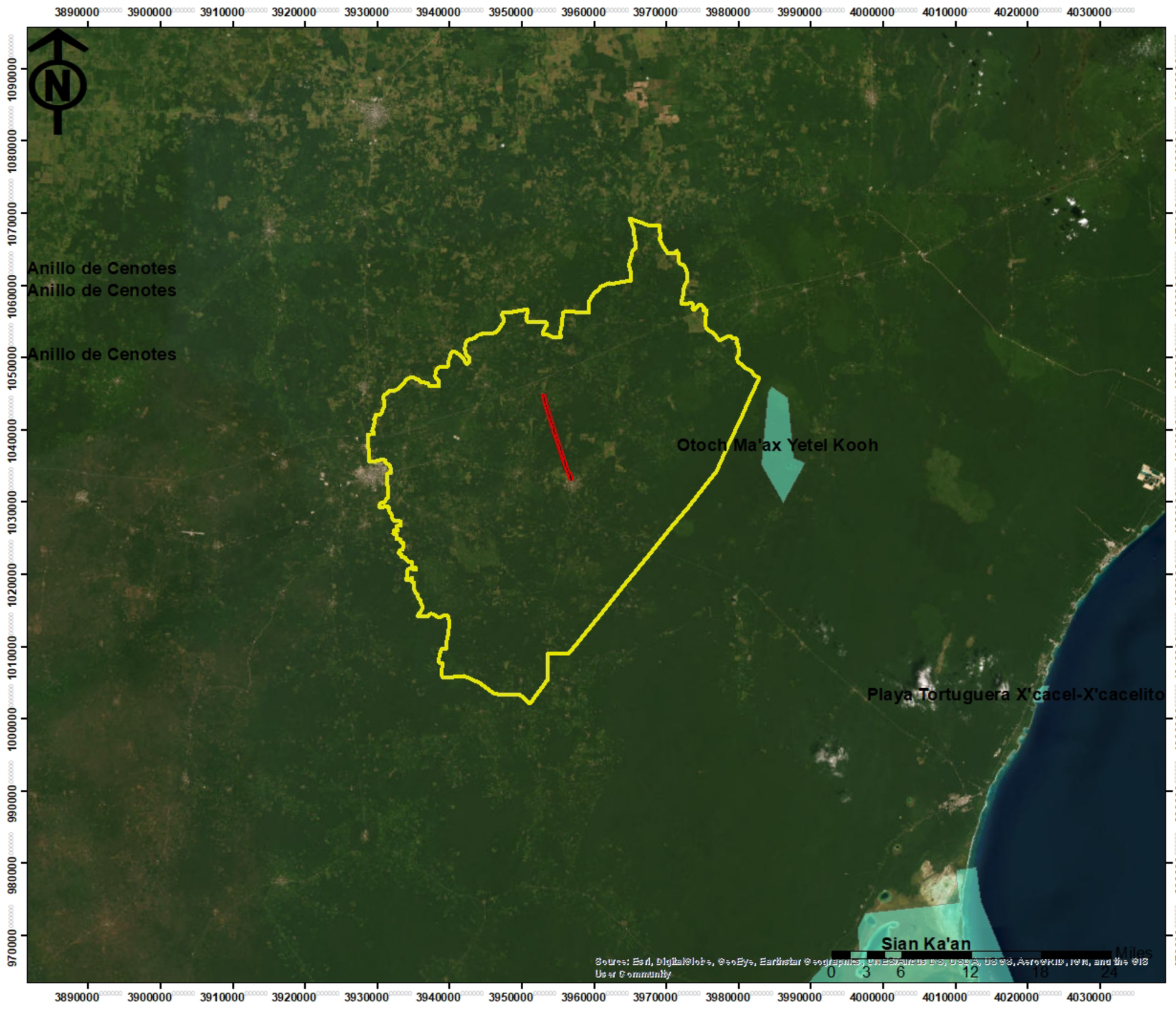
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

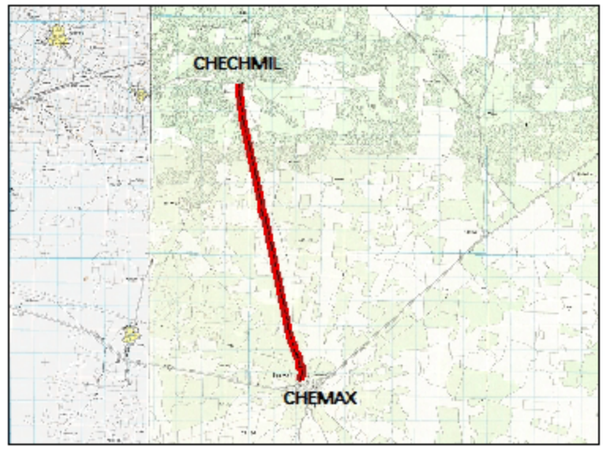
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

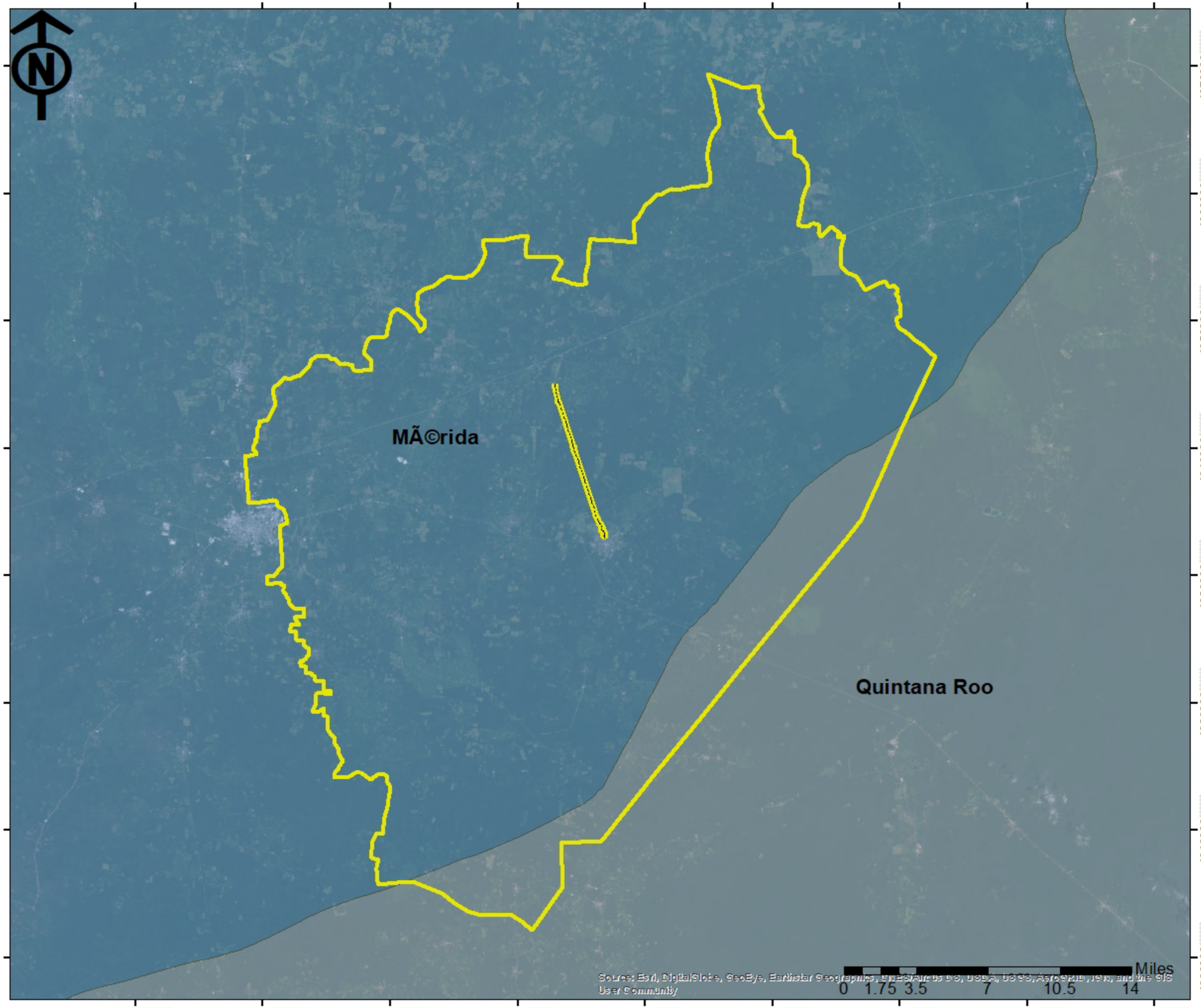
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

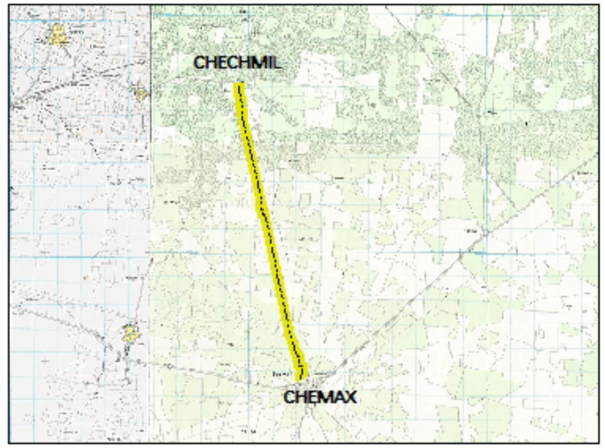
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- Sitios Ramsar

SITIOS RAMSAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

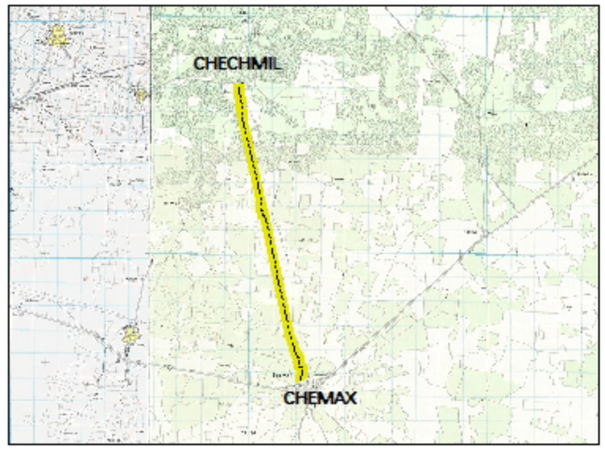
Subcuencas

- MÃ©rida
- Quintana Roo

SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

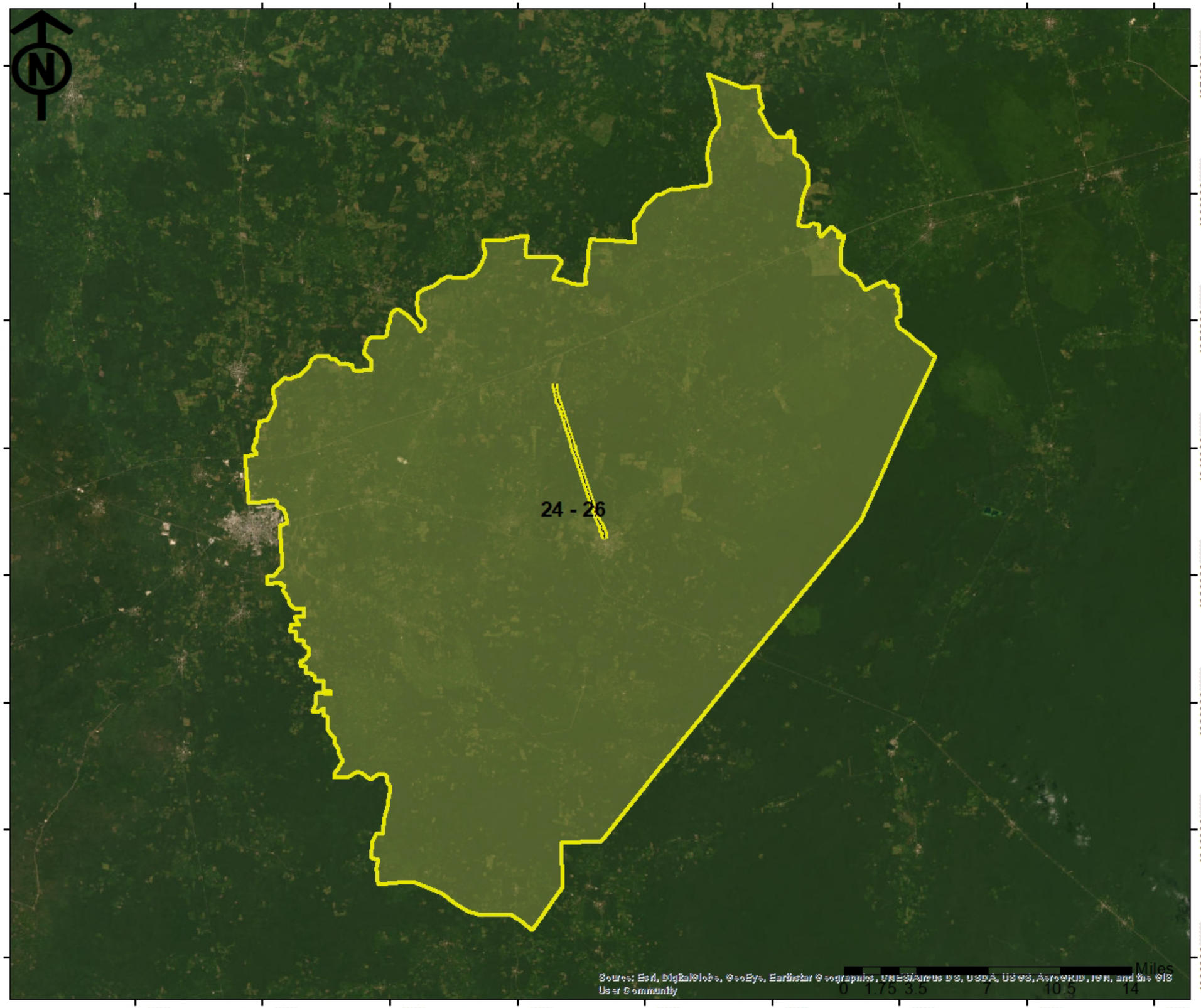
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

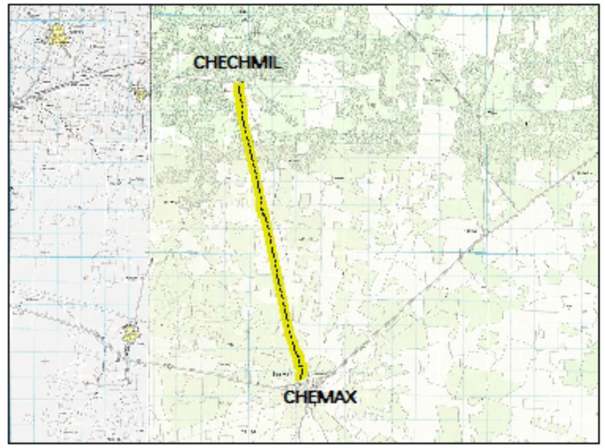
Subprovincia

- CARSO YUCATECO

SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

Eje del proyecto

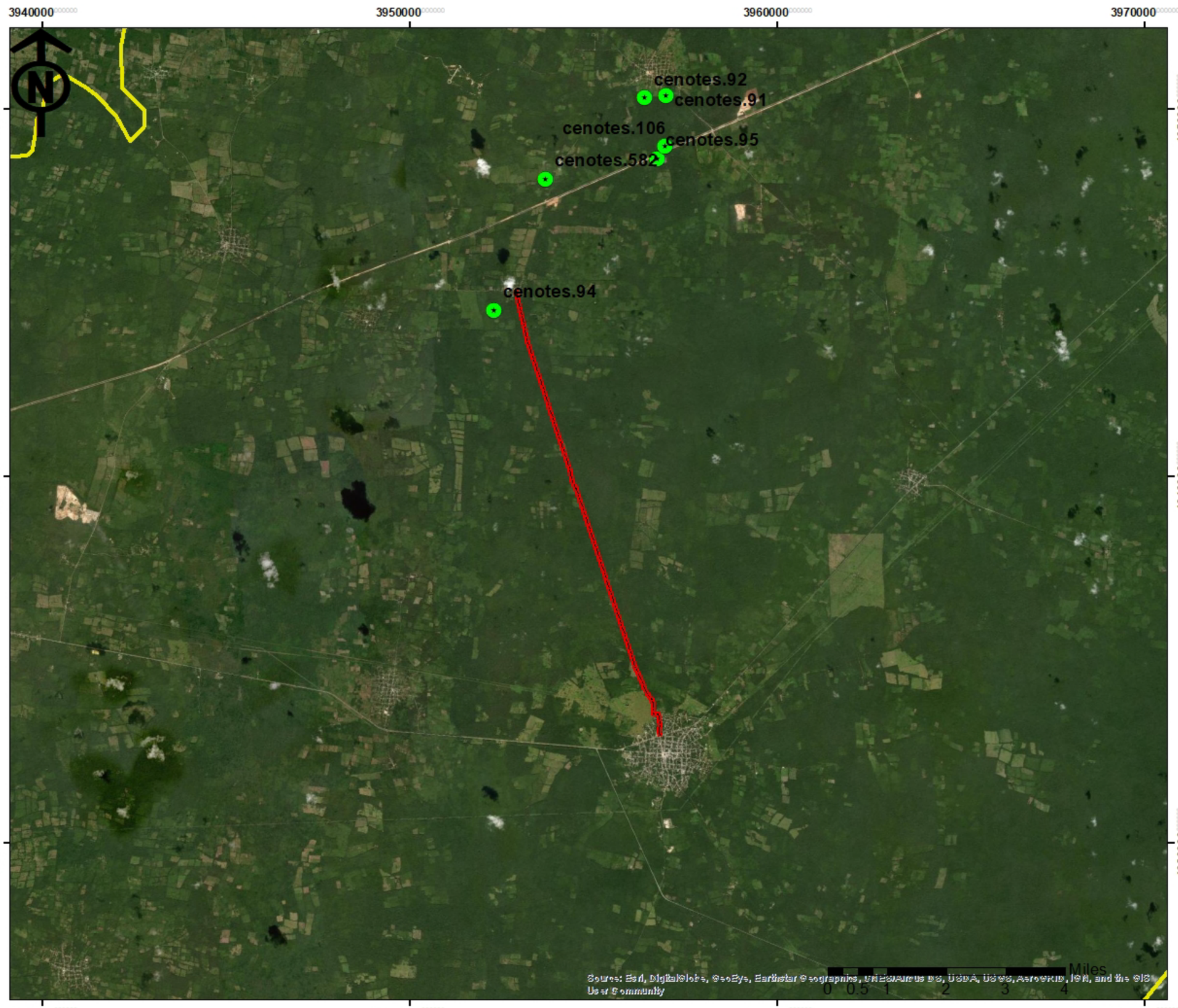
Sistema Ambiental Regional

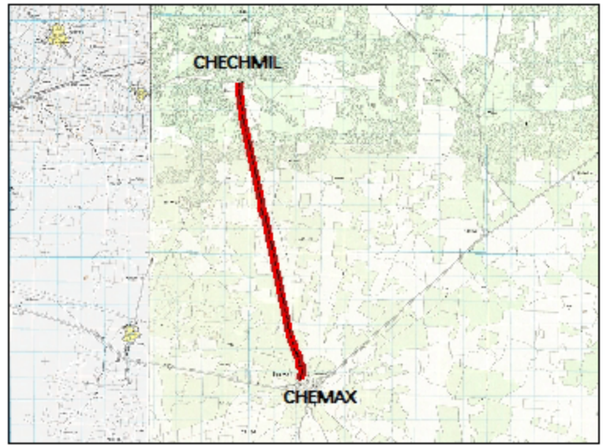
Rangos

24 - 26

TEMPERATURA MEDIA ANUAL DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

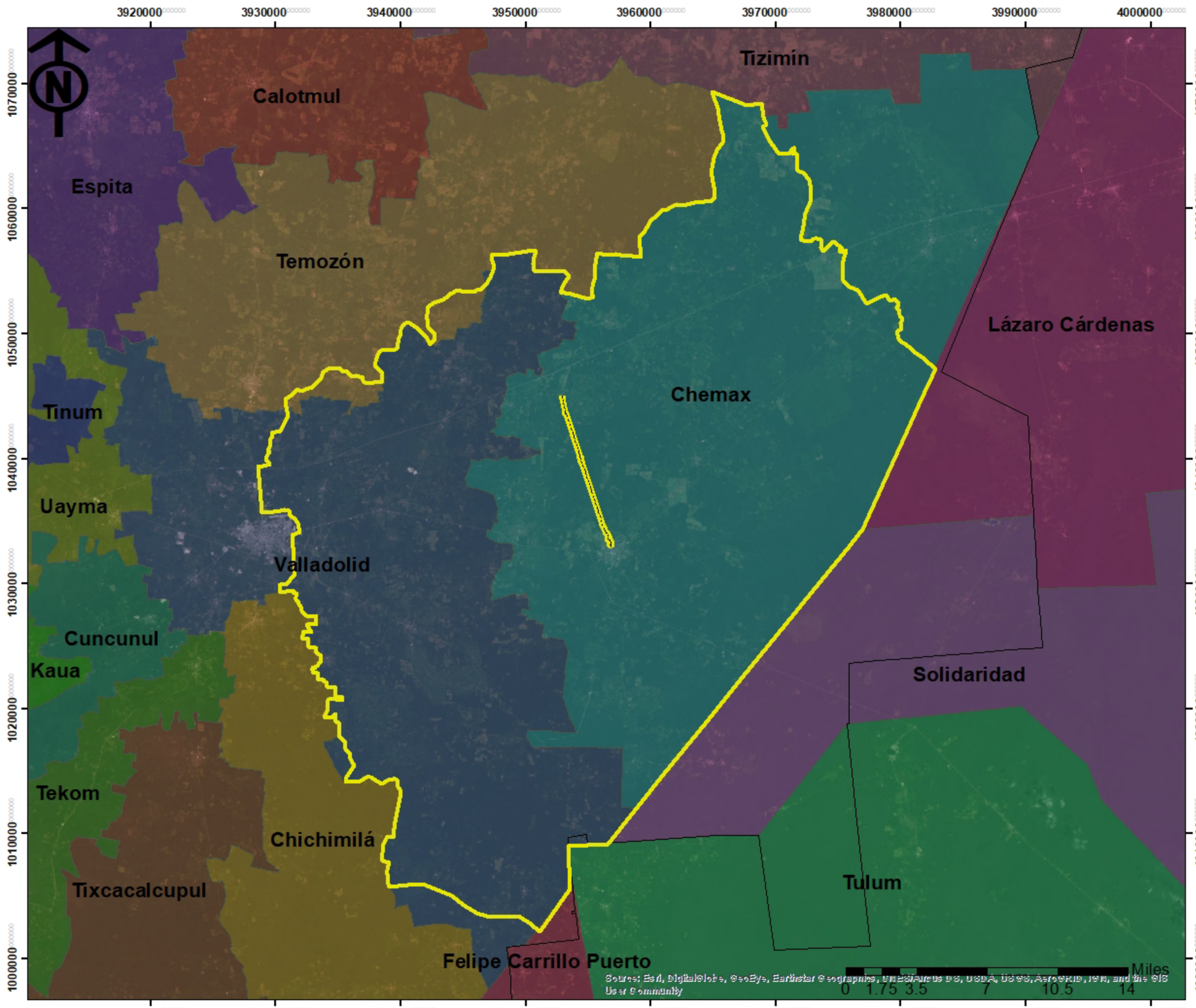
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

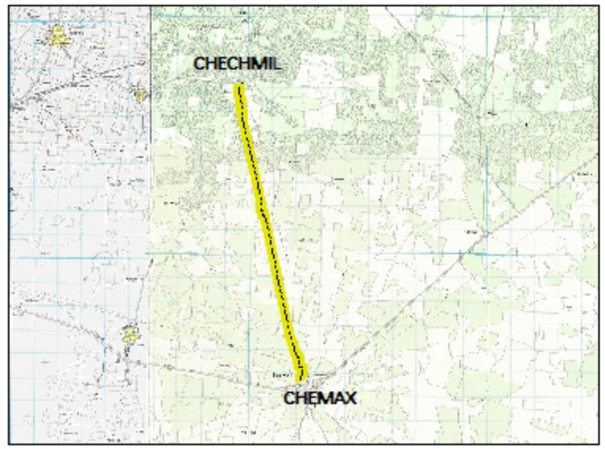
SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Ubicación de cenotes
- Sistema Ambiental Regional

CENOTES CERCANOS AL ÁREA DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

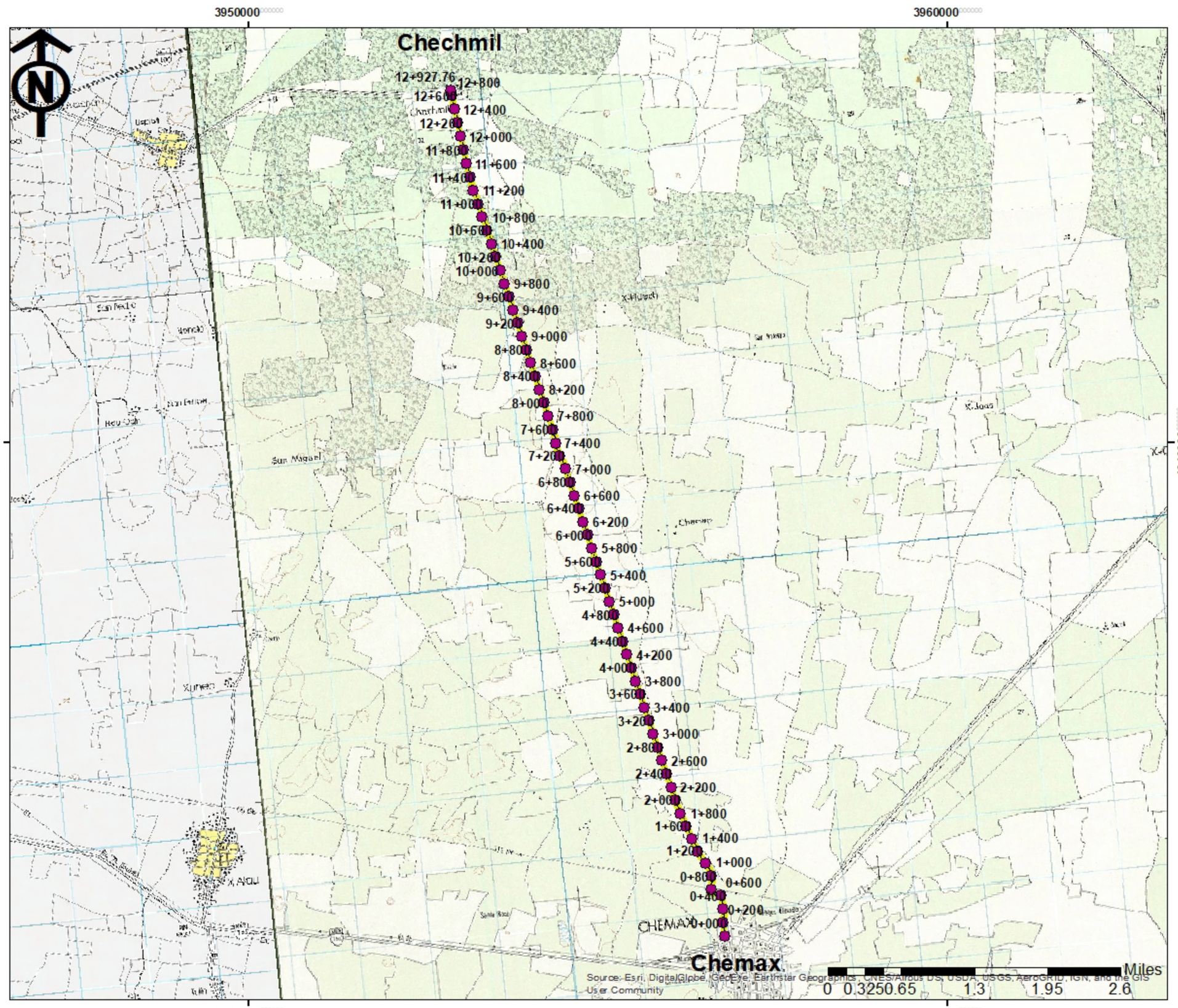
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- División estatal

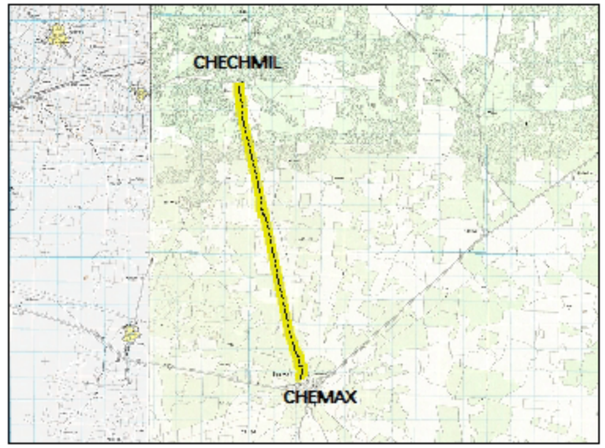
División municipal

- Calotmul
- Chemax
- Chichimilá
- Cuncunul
- Espita
- Felipe Carrillo Puerto
- Kaua
- Lázaro Cárdenas
- Solidaridad
- Tekom
- Temozón
- Tinum
- Tixcacalcupul
- Tizimín
- Tulum
- Uayma
- Valladolid

UBICACIÓN PARTICULAR DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

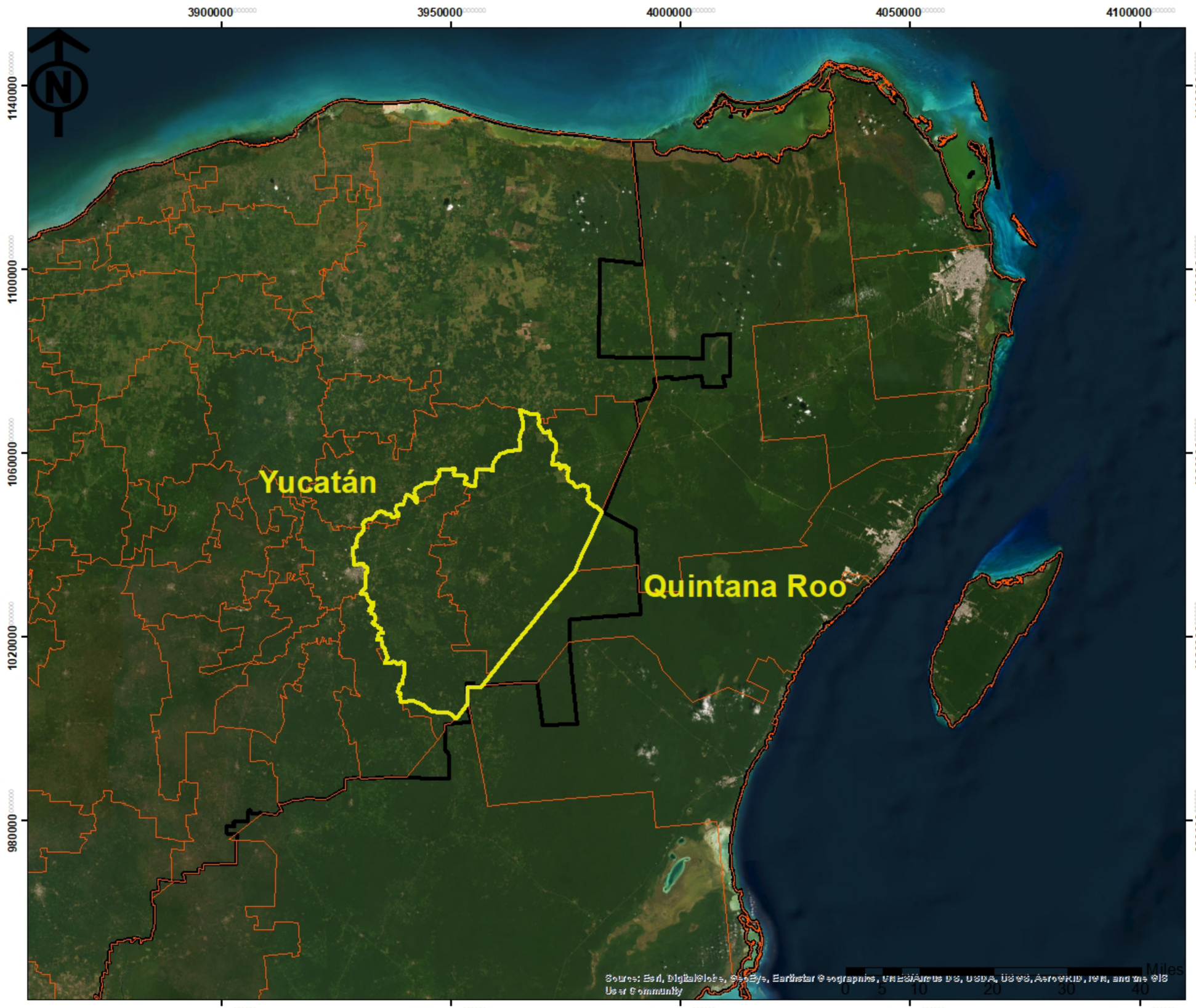
Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

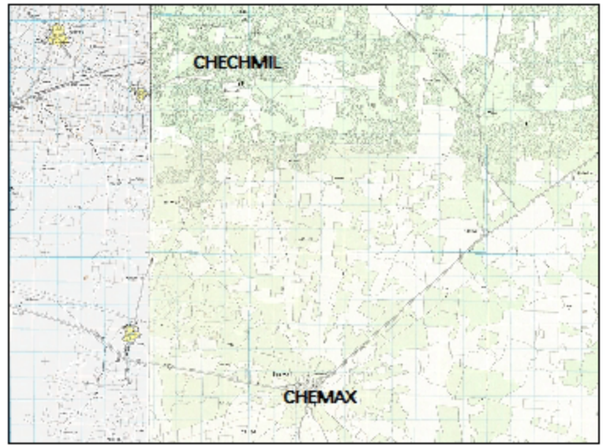
SIMBOLOGÍA

- KM_200
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

UBICACIÓNDEL PROYECTO EN LA CARTA TOPOGRÁFICA

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

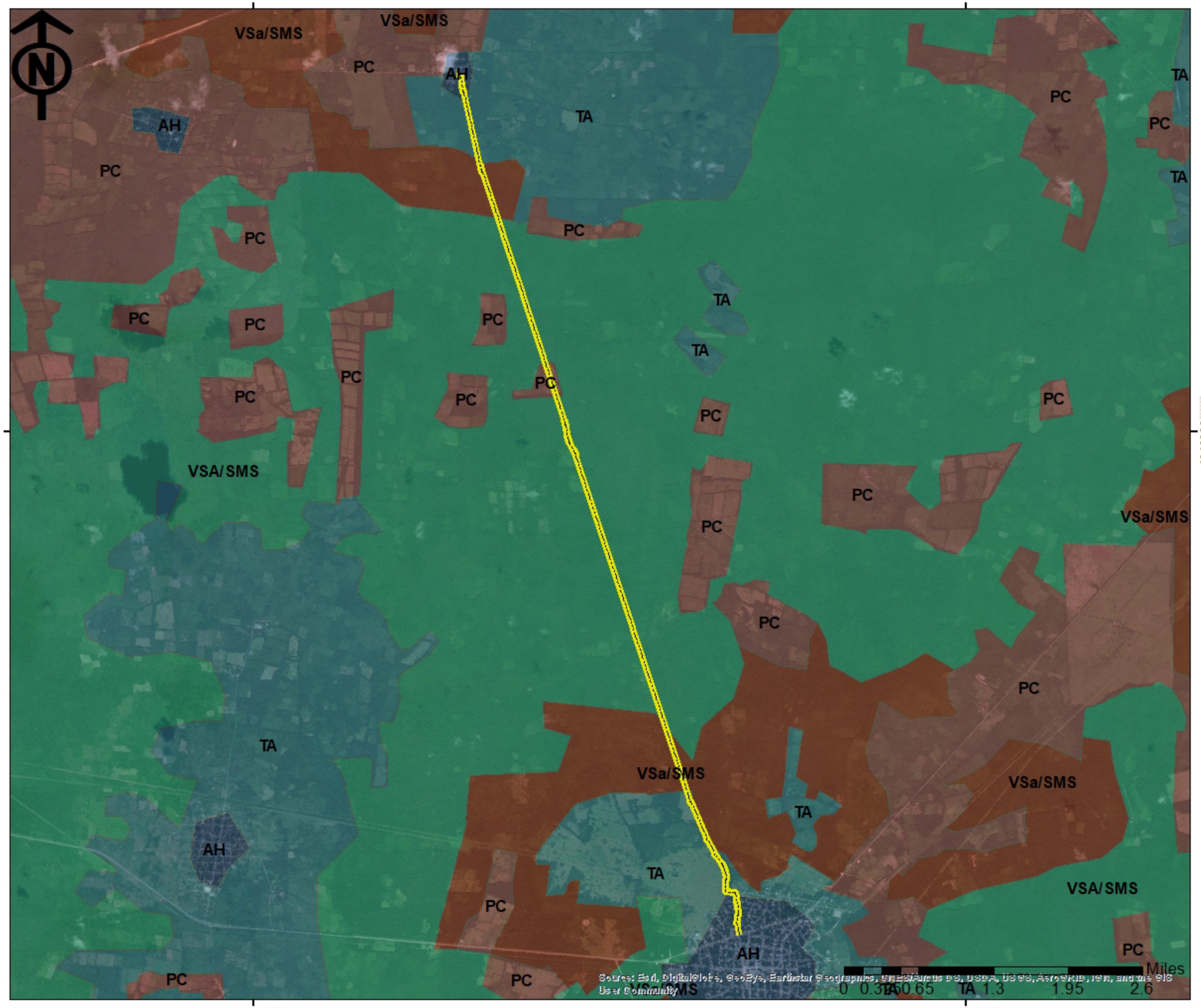
MIA-R del proyecto de modernización del camino "Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

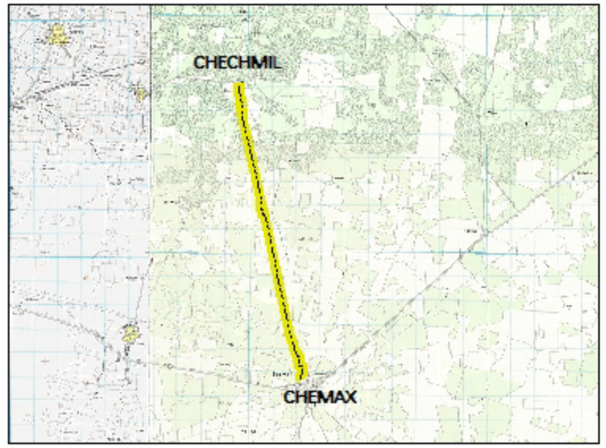
SIMBOLOGÍA

- Proyecto
- Sistema Ambiental Regional
- División municipal
- División estatal

UBICACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

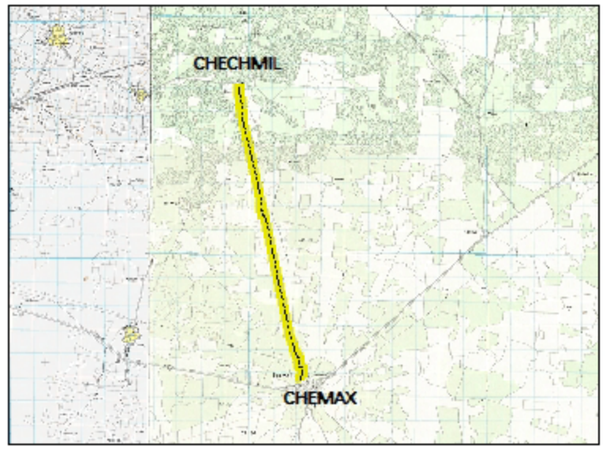
- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

Uso de suelo y vegetación

- ADV
- AH
- PC
- SMQ
- TA
- VSA/SMQ
- VSA/SMS
- VSa/SMQ
- VSa/SMS

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q
[redacted]



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

Uso de suelo y vegetación

- ADV
- AH
- PC
- SMQ
- TA
- VSA/SMQ
- VSA/SMS
- VSa/SMQ
- VSa/SMS

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SAR

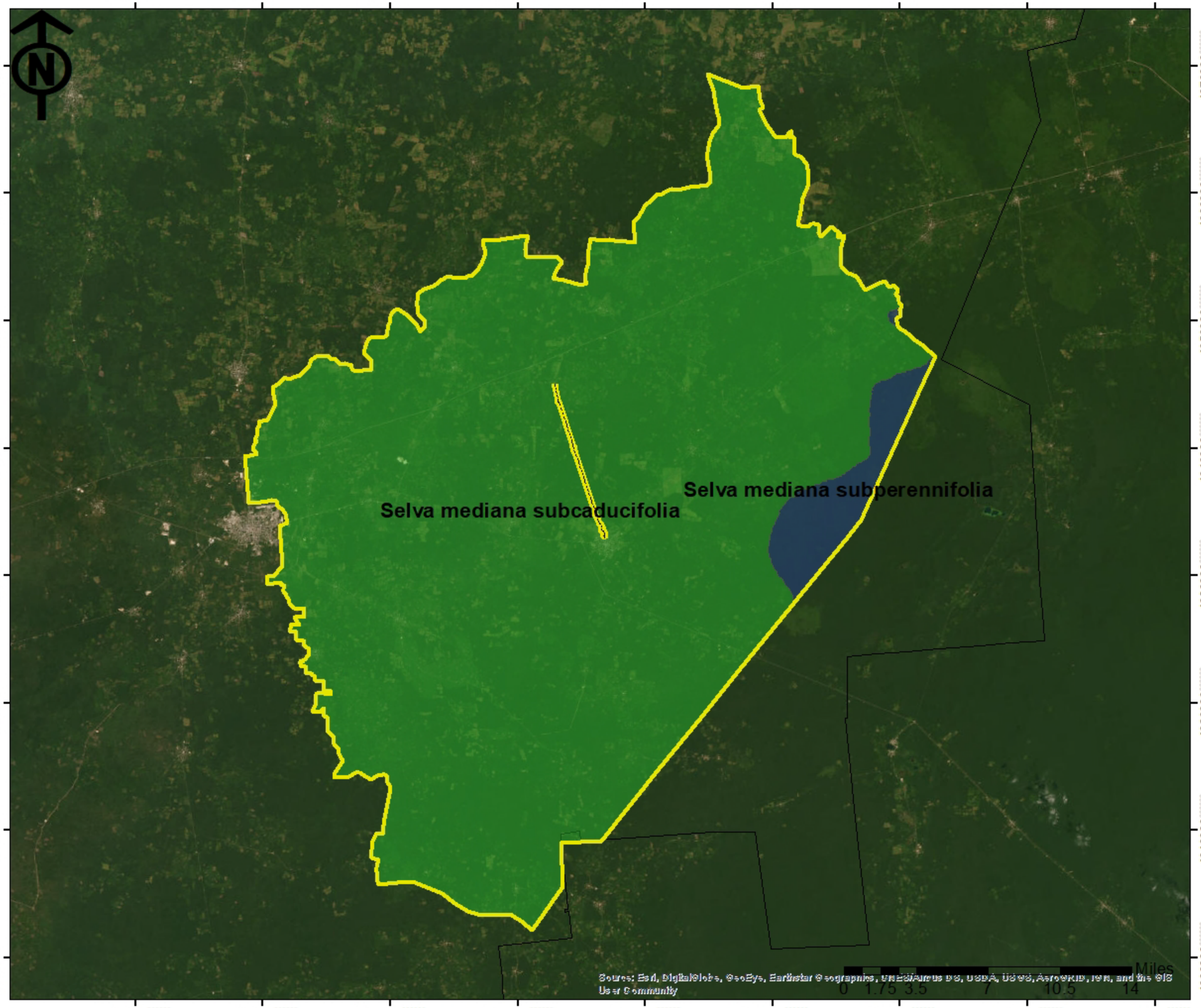
DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

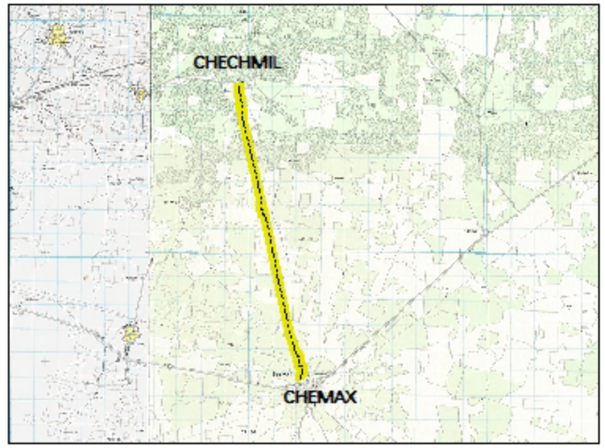
[redacted]

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Miles
0 1.75 3.5 7 10.5 14

3920000 3930000 3940000 3950000 3960000 3970000 3980000 3990000 4000000
1070000 1060000 1050000 1040000 1030000 1020000 1010000 1000000





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Chemax - Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76 con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

SIMBOLOGÍA

- Eje del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

Tipo de vegetación

- Selva mediana subcaducifolia
- Selva mediana subperennifolia

VEGETACIÓN PRIMARIA DEL SAR

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 16 Q

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

REPORTE FOTOGRÁFICO

Reporte fotográfico cada 200 metros.

Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
0+000	16 Q	402284	2284800	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
0+200	16 Q	402275	2285000	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
0+400	16 Q	402302	2285197	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
0+600	16 Q	402295	2285396	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
0+800	16 Q	402159	2285495	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
1+000	16 Q	402187	2285692	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
1+200	16 Q	402121	2285879	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
1+400	16 Q	402032	2286058	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
1+600	16 Q	401959	2286245	Forestal	Vs/SMSc



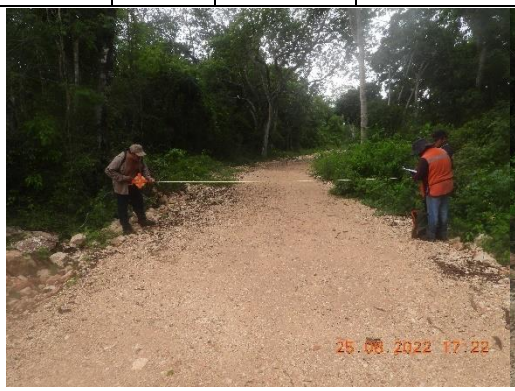

Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
1+800	16 Q	401898	2286436	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
2+000	16 Q	401837	2286628	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
2+200	16 Q	401783	2286821	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
2+400	16 Q	401740	2287017	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
2+600	16 Q	401697	2287213	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
2+800	16 Q	401654	2287409	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
3+000	16 Q	401611	2287605	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
3+200	16 Q	401568	2287801	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
3+400	16 Q	401525	2287998	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
3+800	16 Q	401439	2288390	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
4+000	16 Q	401396	2288586	Agrícola	Cultivos de temporal





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
4+200	16 Q	401353	2288782	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
4+400	16 Q	401310	2288978	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
4+600	16 Q	401267	2289174	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
4+800	16 Q	401224	2289371	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
5+000	16 Q	401181	2289567	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
5+200	16 Q	401138	2289763	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
5+400	16 Q	401095	2289959	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
5+600	16 Q	401052	2290155	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
5+800	16 Q	401009	2290351	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
6+000	16 Q	400966	2290547	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
6+200	16 Q	400923	2290744	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
6+400	16 Q	400880	2290940	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
6+600	16 Q	400837	2291136	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
6+800	16 Q	400794	2291332	Agrícola	Cultivos de temporal




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
7+000	16 Q	400751	2291528	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
7+200	16 Q	400708	2291724	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
7+400	16 Q	400647	2291915	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
7+600	16 Q	400602	2292109	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
7+800	16 Q	400580	2292308	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
8+000	16 Q	400537	2292504	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
8+200	16 Q	400494	2292700	Agrícola	Cultivos de temporal



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
8+400	16 Q	400451	2292897	Agrícola	Cultivos de temporal





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
8+600	16 Q	400409	2293093	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
8+800	16 Q	400366	2293289	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
9+000	16 Q	400323	2293485	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
9+200	16 Q	400280	2293681	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
9+400	16 Q	400237	2293877	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
9+600	16 Q	400194	2294073	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
9+800	16 Q	400151	2294270	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
10+000	16 Q	400108	2294466	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
10+200	16 Q	400065	2294662	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
10+400	16 Q	400022	2294858	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
10+600	16 Q	399979	2295054	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
10+800	16 Q	399936	2295250	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
11+000	16 Q	399893	2295447	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
11+200	16 Q	399850	2295643	Forestal	Vs/SMSc



Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
11+400	16 Q	399807	2295839	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
11+600	16 Q	399773	2296037	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
11+800	16 Q	399749	2296236	Forestal	Vs/SMSc




Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+000	16 Q	399725	2296435	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+200	16 Q	399700	2296635	Forestal	Vs/SMSc





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+400	16 Q	399676	2296834	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+600	16 Q	399652	2297033	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+800	16 Q	399635	2297233	Camino existente	Sin vegetación





Estación	Coordenadas UTM			Uso de suelo	Tipo de vegetación
KM	Zona	X	Y		
12+927.76	16 Q	399635	2297310	Camino existente	Sin vegetación





COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

REPORTE FOTOGRÁFICO DE FLORA

	
Nombre científico: *Metopium brownei*	**Nombre científico: *Annona reticulata***
Nombre Común: Chechen prieto	Nombre Común: Chirimoya corazón de buey

	
Nombre científico: *Cascabela thevetia*	**Nombre científico: *Tabernaemontana amygdalifolia***
Nombre Común: Venenillo	Nombre Común: Cojón de toro

	
Nombre científico: *Anthurium schlechtendalii*	**Nombre científico: *Monstera deliciosa***
Nombre Común: Cola de faisán	Nombre Común: Mano de léon

	
Nombre científico: *Syngonium podophyllum*	**Nombre científico: *Chamaedorea seifrizii***
Nombre Común: Chapiso	Nombre Común: Palma bambú

	
Nombre científico: *Chromolaena odorata*	**Nombre científico: *Porophyllum punctatum***
Nombre Común: Albahaquilla	Nombre Común: Mal de ojo

	
Nombre científico: *Tridax procumbens*	**Nombre científico: *Viguiera dentata***
Nombre Común: Hierba del toro	Nombre Común: Chamiso

	
Nombre científico: *Cochlospermum vitifolium*	**Nombre científico: *Bromelia pinguin***
Nombre Común: Rosa amarilla	Nombre Común: Piñuela

	
Nombre científico: *Bursera simaruba*	**Nombre científico: *Opuntia inaperta***
Nombre Común: Palo mulato	Nombre Común: Nopal zacam

	
Nombre científico: *Celtis iguanaea*	**Nombre científico: *Commelina diffusa***
Nombre Común: Garabato	Nombre Común: Hierba del pollo

	
Nombre científico: *Ipomoea steerei*	**Nombre científico: *Scleria lithosperma***
Nombre Común: -	Nombre Común: Pata de zopilote

	
Nombre científico: *Bourreria pulchra*	**Nombre científico: *Erythroxylum rotundifolium***
Nombre Común: Balche ke	Nombre Común: Baak soots'

	
Nombre científico: *Acalypha leptopoda*	**Nombre científico: *Cnidoscolus souzae***
Nombre Común: Palo blanco	Nombre Común: Chaya silvestre

	
Nombre científico: *Croton cortesianus*	**Nombre científico: *Croton humilis***
Nombre Común: Palillo	Nombre Común: Palillo

	
Nombre científico: *Croton malvaviscifolius*	**Nombre científico: *Euphorbia heterophylla***
Nombre Común: -	Nombre Común: Lechero

	
Nombre científico: *Euphorbia hirta*	**Nombre científico: *Euphorbia schlechtendalii***
Nombre Común: Golondrina	Nombre Común: Cigarrillo

	
Nombre científico: *Bauhinia divaricata*	**Nombre científico: *Cenostigma gaumeri***
Nombre Común: Calzoncillo	Nombre Común: Kitam che'

	
Nombre científico: *Chloroleucon mangense*	**Nombre científico: *Erythrina folkersii***
Nombre Común: Palo fierro	Nombre Común: Colorín

	
Nombre científico: *Lonchocarpus rugosus*	**Nombre científico: *Lysiloma latisiliquum***
Nombre Común: Palo fierro	Nombre Común: Tsalam

	
Nombre científico: *Mimosa bahamensis*	**Nombre científico: *Piscidia piscipula***
Nombre Común: Motita morada	Nombre Común: Barbasco

	
Nombre científico: *Platymiscium yucatanum*	**Nombre científico: *Senegalia gaumeri***
Nombre Común: Granadillo	Nombre Común: Catzin negro

	
Nombre científico: *Senna atomaria*	**Nombre científico: *Senna pallida***
Nombre Común: Palo zorrillo	Nombre Común: Abejón

	
Nombre científico: *Senna villosa*	**Nombre científico: *Vachellia cornigera***
Nombre Común: Sal-ché	Nombre Común: Cornezuelo

	
Nombre científico: *Vachellia pennatula*	**Nombre científico: *Cipura paludosa***
Nombre Común: Tepame	Nombre Común: Chautillo

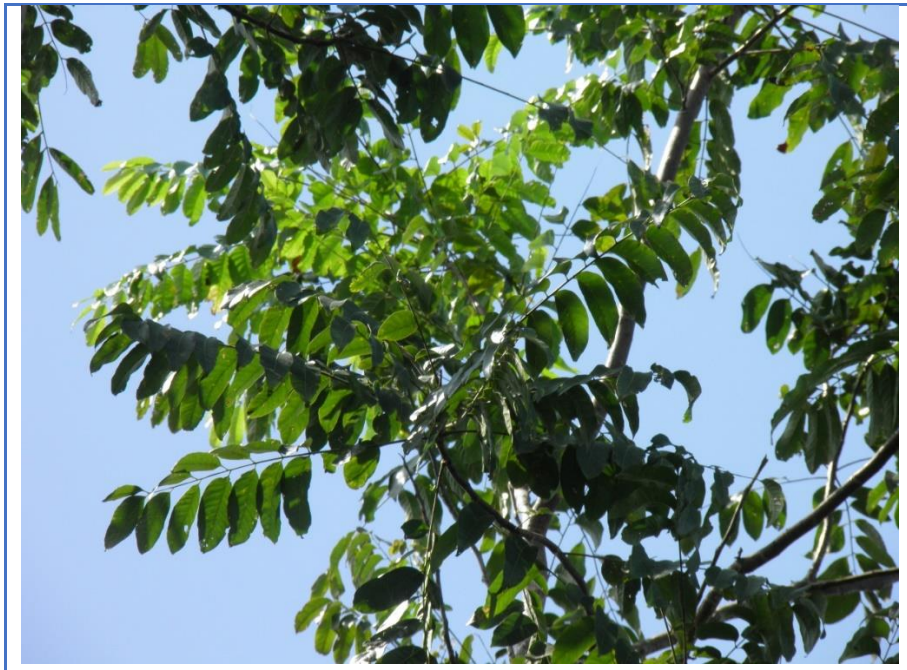
	
Nombre científico: *Callicarpa acuminata*	**Nombre científico: *Ocimum campechianum***
Nombre Común: Granadilla	Nombre Común: Albahaca

	
Nombre científico: *Vitex gaumeri*	**Nombre científico: *Ceiba schottii***
Nombre Común: Carrete	Nombre Común: Ceiba yucateca

	
Nombre científico: *Guazuma ulmifolia*	**Nombre científico: *Hampea trilobata***
Nombre Común: Guásima	Nombre Común: Majagua

	
Nombre científico: *Luehea speciosa*	**Nombre científico: *Sida rhombifolia***
Nombre Común: Algodoncillo	Nombre Común: Tlalamate

	
Nombre científico: *Thespesia populnea*	**Nombre científico: *Maranta arundinacea***
Nombre Común: Clemón	Nombre Común: Azafrán

	
Nombre científico: *Cedrela odorata* (Pr)	**Nombre científico: *Melia azedarach***
Nombre Común: Cedro	Nombre Común: Árbol del paraíso

	
Nombre científico: *Trichilia hirta*	**Nombre científico: *Ficus cotinifolia***
Nombre Común: Acahuite	Nombre Común: Amate negro

	
Nombre científico: *Pimenta dioica*	**Nombre científico: *Psidium sartorianum***
Nombre Común: Pimienta gorda	Nombre Común: Arrayán

	
Nombre científico: *Pisonia aculeata*	**Nombre científico: *Catasetum integerrimum***
Nombre Común: Coma de uña	Nombre Común: Cola de pato

	
Nombre científico: *Eulophia maculata*	**Nombre científico: *Trichocentrum oerstedii***
Nombre Común: Orquídea monja africana	Nombre Común: -

	
Nombre científico: *Alvaradoa amorphoides*	**Nombre científico: *Eragrostis amabilis***
Nombre Común: Ardillo	Nombre Común: -

	
Nombre científico: *Lasiacis divaricata*	**Nombre científico: *Paspalum fimbriatum***
Nombre Común: Bambú silvestre	Nombre Común: -

	
Nombre científico: *Urochloa fusca*	**Nombre científico: *Neomillspaughia emarginata***
Nombre Común: Piojillo granadilla	Nombre Común: -

	
Nombre científico: *Chiococca alba*	**Nombre científico: *Guettarda combsii***
Nombre Común: Perlilla	Nombre Común: Anisillo

	
Nombre científico: *Guettarda elliptica*	**Nombre científico: *Hamelia patens***
Nombre Común: Negrito	Nombre Común: Coralillo

	
Nombre científico: *Randia aculeata*	**Nombre científico: *Randia longiloba***
Nombre Común: Crucecita	Nombre Común: Xkaax

	
Nombre científico: *Casearia thamnia*	**Nombre científico: *Xylosma flexuosa***
Nombre Común: -	Nombre Común: Granadillo

	
Nombre científico: *Cardiospermum halicacabum*	**Nombre científico: *Paullinia pinnata***
Nombre Común: Bejuco tronador	Nombre Común: Bejuco de costilla

	
Nombre científico: *Simarouba glauca*	**Nombre científico: *Smilax mollis***
Nombre Común: Negrito	Nombre Común: Diente de perro

	
Nombre científico: *Solanum dasyanthum*	**Nombre científico: *Cecropia peltata***
Nombre Común: -	Nombre Común: Guarumbo



Nombre científico: *Lantana camara*

Nombre Común: Cinco negritos

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

ESPECIES PROPUESTAS PARA REFORESTACIÓN

Tabla de contenido

Bursera simaruba 2

Casearia thamnia 3

Lysiloma latisiliquum 4

Cedrela odorata 5

Especies propuestas para reforestar

Bursera simaruba

Descripción. Es un árbol de hasta 35 m de alto, resinoso y aromático, tronco torcido, corteza rojiza o verdosa, desprendible en capas papiráceas. Hojas de 18 a 40 cm, con 7 a 13 foliolos de 5 a 9 cm de largo y 2 a 4 cm de ancho, imparipinnados, foliolos oblongos asimétricos, acuminados en el ápice. Flores masculinas y femeninas similares en racimos, crema o blanco verdosas. Fruto globoso, trivalvado, café rojizo, brotan en grupos. Su fruto es una cápsula trivalvada con el exocarpio dehiscente de 10 a 15 mm de largo, triangular, moreno rojiza, dehiscente. Una sola semilla por fruto dispersados por pájaros y mamíferos roedores.

Importancia ecológica y cultural. Se usa para fabricar chapas, madera terciada, mangos de herramientas y similares y como cerca viva. Aporta servicios ecosistemicos: cobertura de hojarasca, drenaje de tierras inundables, conservación del suelo, control de erosión. protección al suelo con su denso follaje, estabiliza bancos de arena, recuperación de terrenos degradados, como barrera rompevientos, como cerca viva en las zonas tropicales de México, barrera contra incendios, ornamental a lo largo de ralles y zonas urbanas y rurales, sombra y refugio de fauna. Para aliviar calentura, dolor de pecho, espanto, nervios, heridas, disentería, dolor de estómago, tos, engrosar la sangre, estreñimiento (antes de utilizarla con estos fines consulte a su médico).



Casearia thamnia

Descripción. Árbol de 5 a 15 m de altura y de 10 a 30 cm de diámetro. Tronco recto y cilíndrico. Corteza exterior blanca o amarillenta. Ramas largas con follaje verde y lustroso. Hojas simples, alternas, con puntos y rayas translúcidas, de 5 a 15 cm de largo y de 2 a 5 cm de ancho, elípticas, con ápice acuminado, bordes enteros, crenados o dentados y generalmente con puntos o líneas peludas y base aguda, obtusa o truncada y algunas veces asimétrica.

Importancia ecológica y cultural. Tiene usos medicinales, rituales, el tronco se utiliza en construcciones rurales y para fabricar mangos de herramientas.



Lysiloma latisiliquum

Descripción. Es un árbol que alcanza una altura de 25 a 30 metros. Su hábitat es la selva mediana subperennifolia y áreas perturbadas. Es una especie pionera que ocupa sitios que han sido incendiados y cumple la función de enriquecer la tierra con nitrógeno.

Importancia ecológica y cultural. Se emplea como árbol forrajero y su madera es muy estimada por los ebanistas y carpinteros. Tiene también un valor ritual mágico entre los mayas, porque se usa como para la preparación de los guisos enterrados en un proceso de cocción denominado, también en lengua maya, “pib”. En su tronco viven caracoles de tierra llamados Orthalicus undatus.



Cedrela odorata *(Especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial)*

Descripción. El cedro amargo tiene un tronco que puede alcanzar los 40 m de altura. El tronco es recto, naciendo sus ramas,van más arriba de la mitad de su altura y con diámetros en los árboles adultos de 1 a 2 m. A veces, en su parte baja presenta contrafuertes o aletones que ayudan a afianzar el árbol, ya que tiene un sistema radical bastante superficial.

Importancia ecológica y cultural. Es plantado con fines ornamentales en parques y jardines. Su madera de color claro es muy apreciada por su calidad; se usa para fabricar muebles ya que no es vulnerable a las termitas. La madera se utiliza para la fabricación del mástil de guitarras flamencas y clásicas. Dada su floración es atractiva para usar como especie melífera.



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

ESPECIE DE FLORA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Especie en la norma de protección ambiental.

Cedrela odorata (Cedro rojo).

Descripción. El cedro amargo tiene un tronco que puede alcanzar los 40 m de altura. El tronco es recto, naciendo sus ramas,van más arriba de la mitad de su altura y con diámetros en los árboles adultos de 1 a 2 m. A veces, en su parte baja presenta contrafuertes o aletones que ayudan a afianzar el árbol, ya que tiene un sistema radical bastante superficial.

Importancia ecológica y cultural. Es plantado con fines ornamentales en parques y jardines. Su madera de color claro es muy apreciada por su calidad; se usa para fabricar muebles ya que no es vulnerable a las termitas. La madera se utiliza para la fabricación del mástil de guitarras flamencas y clásicas. Dada su floración es atractiva para usar como especie melífera.



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Proyecto: Chemax – Chechmil, tramo del km 0+000 al km 12+927.76, con una meta de 12.927 km, ubicado en el estado de Yucatán.

ESPECIES DE FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Tabla de contenido

Ctenosaura similis 2

Iguana iguana 3

Rhinoclemmys areolata 4

Especies de fauna en la norma de protección ambiental

Ctenosaura similis (Iguana cola negra)

Descripción.

Es una iguana de talla grande llegando a medir hasta 1.2 metros. Es larga y robusta, con párpados móviles y cola larga, el cuerpo es comprimido lateralmente. Tiene una hilera de escamas medio dorsales alargadas y formando una cresta. La cabeza es larga y aplanada, cubierta con escamas hexagonales pequeñas. Las escamas dorsales son lisas y más pequeñas que las ventrales. Tiene poros femorales. La cola es larga y con anillos de escamas alargadas cada una separada por dos o más hileras de pequeñas escamas a lo largo de la cola. El cuerpo es negro con manchas dispersas de color blanco amarillento (1,4) formando manchas irregulares, la cabeza siempre es negra.

Distribución.

Habita en Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa.

Hábitat.

En las costas del Pacífico en selva mediana caducifolia y baja caducifolia, así como matorral espinoso.



Iguana iguana (Iguana verde)

Descripción.

Los machos adultos de estas iguanas alcanzan entre 300 y 400 mm de longitud hocico-cloaca; las hembras tienden a ser más pequeñas, cerca de 100 mm menores que los machos. La cola es extremadamente larga, cerca de tres veces la longitud del cuerpo y es algo aplanada lateralmente. La cabeza es angosta, el hocico es redondeado en vista dorsal y truncado en vista lateral. Los ojos son algo grandes con pupilas verticalmente elípticas. Los brazos son robustos y poderosos con dedos provistos de poderosas uñas. El pliegue gular es conspicuamente grande en machos adultos y presenta escamas triangulares en los bordes dándole una apariencia de sierra. En la base de la cabeza inicia una fila de escamas anchas y alargadas que se prolonga en la parte medio dorsal sobre el cuerpo y la cola. Las escamas del dorso del cuerpo son pequeñas, yuxtapuestas y más largas que las laterales. Las escamas ventrales son planas, imbricadas y más grandes que las dorsales. La superficie dorsal de los brazos esta cubierta por escamas imbricadas quilladas, las de la superficie ventral son planas. La superficie dorsal de la cabeza esta cubierta por placas simétricamente arregladas. A los lados de la cabeza, ligeramente abajo del tímpano, presenta un escudo circular alargado. Comúnmente existen tubérculos de espinas alargadas a los lados del cuello. Comunmente presentan de 18 a 20 poros femorales en la superficie posteroventral de cada pierna, los cuales son grandes en machos.

Distribución.

Esta especie se distribuye desde el norte de Veracruz y Sinaloa hacia el sur hasta Centro y Sudamérica (Campbell, 1998). Se encuentra bien representada en el País.

Hábitat.

Esta especie habita en selvas tropicales, manglares y en menor grado áreas áridas y semiáridas. Se encuentra casi siempre cerca de esteros y playas o en la rivera de ríos y lagunas, generalmente donde se encuentran troncos o ramas de árboles caídos sobre o cerca del agua.



Rhinoclemmys areolata (Tortuga de monte monjita)

Descripción.

Tiene la cabeza estrecha; hocico ligeramente puntiagudo; maxila mellada; los dedos de las extremidades traseras palmeadas ligeramente; de ocho a 12 escudos marginales usualmente acampanados o hacia arriba; plastrón completo sin bisagra. Los machos tienen la cola alargada y más delgada en la base, y el plastrón es ligeramente cóncavo. En poblaciones de Belice se ha observado que las hembras tienen la longitud del caparazón considerablemente más larga que los machos. En juveniles y subadultos el caparazón es rugoso con anillos evidentes, en adultos es suave.

Distribución.

Se distribuye del centro de Veracruz en México, hasta El Salvador, Belice, Guatemala y Honduras.

Hábitat.

Su hábitat se compone de bosque y sabana en zonas tropicales y subtropicales, desde el nivel del mar hasta una altitud de 300 m s. n. m.

